

# Ministère de la Région Wallonne

Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement (DGRNE)

Division de l'Eau-Direction des Cours d'Eau Non Navigables (DCENN)



## *CONVENTION D'ETUDES AVEC L'UNIVERSITE DE LIEGE*

*(VISA N° 07/42731)*

Rapport final pour la période juin 2007-novembre 2007 sur le thème :

Élaboration de recommandations pratiques pour la préservation-  
restauration d'éléments de l'habitat hydraulique du chabot dans les  
cours d'eau non navigables de Wallonie.

par

**Michaël OVIDIO & Jean-Claude PHILIPPART**

Avec la collaboration de

**Aurélie DETAILLE, Charlotte BONTINCK, Yvan NEUS & Gilles RIMBAUD**



Unité de Biologie du Comportement de l'Université de Liège  
Laboratoire de Démographie des Poissons et d'Hydroécologie (LDPH)  
10 chemin de la Justice, 4500 Tihange  
Tél. : 085/27 41 57 – Fax : 085/ 23 05 92  
e-mail : M.Ovidio@ulg.ac.be

NOVEMBRE 2007

## TABLE DES MATIERES

---

<b>Chapitre I.</b> Introduction générale.....	p3
<b>Chapitre II.</b> Rappel théorique sur la nouvelle systématique du genre « Cottus » et sur la répartition géographique des nouvelles espèces.....	p7
<b>Chapitre III.</b> Etude de la mobilité saisonnière par marquage-recapture.....	p10
<b>Chapitre IV.</b> Application du radio-pistage à l'étude de la mobilité individuelle des..... chabots. ....	p31
<b>Chapitre V.</b> Evaluation des capacités de franchissement de seuils par les chabots.....	p53
<b>Chapitre VI.</b> Discussion générale des chapitres III à V.....	p68
<b>Chapitre VII.</b> Mouvements de dévalaison chez le chabot en Wallonie.....	p73
<b>Chapitre VIII.</b> Aperçu des effets écologiques et génétiques de la fragmentation de l'habitat aquatique sur les populations du chabot en Wallonie. Synthèse des résultats du projet Fishguard 2003-2006.....	p87
<b>Chapitre IX.</b> Conclusions. Recommandations pratiques préliminaires pour la gestion durable de l'habitat physique et hydraulique du chabot en Wallonie .....	p98
<b>Chapitre X.</b> Remerciements.....	p 112
<b>Chapitre XI.</b> Références bibliographiques citées.....	p113
<b>Chapitre XII.</b> Annexes.....	p116

### Citation recommandée du rapport :

OVIDIO, M., A. DETAILLE, C., BONTINCK, Y., NEUS, G., RIMBAUD & J.C. PHILIPPART, J.C. (2007) Élaboration de recommandations pratiques pour la préservation-restauration d'éléments de l'habitat hydraulique du chabot dans les cours d'eau non navigables de Wallonie. Rapport pour le Ministère de la Région Wallonne, Division de l'Eau Direction des Cours d'Eau Non Navigables. Université de Liège, LDPH, 116 pages + annexes (novembre 2007).

## I. INTRODUCTION

---

Le chabot est un poisson benthique de petite taille ( $< 14$  cm) qui vit rarement plus de 3 ou 4 ans. C'est une espèce rhéophile que l'on trouve principalement dans les eaux courantes bien oxygénées avec des fonds caillouteux, dans les zones à truite, à ombre et à barbeau des cours d'eau (Huet, 1949), où il cohabite avec d'autres espèces de poissons associées à des eaux de bonne qualité biologique. La situation démographique du chabot en Wallonie a été étudiée par Philippart et Vranken (1983 a,b) (Annexe 1) et certaines actualisations ont été faites récemment pour le Rapport sur l'Etat de l'Environnement wallon (Philippart, 2006,2007).

Bien que largement distribué à l'échelle européenne, les populations de chabots sont en régression dans plusieurs pays tels que la Suisse, l'Allemagne, les Pays-Bas et la Belgique (Philippart & Vranken, 1983 ; Lelek, 1987 ; Utzinger *et al.*, 1998 ; Vandelannoote *et al.*, 1998 in Knaepkens *et al.*, 2005b). Il est listé parmi les espèces menacées d'Europe (Lelek, 1987), protégé par l'Annexe II de la Directive 92/43 Habitats, Faune et Flore de l'Union Européenne et fait également partie des espèces protégées du réseau Natura 2000. L'organisation de la conservation du chabot et de son habitat nécessite une connaissance approfondie des différents aspects de la biologie de l'espèce dans des situations naturelles et perturbées par les activités humaines.

Bien que le chabot ait longtemps été considéré comme sédentaire (Smyly, 1957), des études plus récentes (notamment Downhower *et al.*, 1990 ; Knaepkens *et al.*, 2005a) ont montré que ce poisson peut effectuer des migrations saisonnières. Il est donc probable que, comme chez beaucoup d'espèces de poissons, les obstacles physiques naturels ou artificiels entraînent une fragmentation de l'habitat qui perturbe de telles migrations (Ovidio & Philippart, 2002). Dans ce contexte, un aspect particulièrement important de la biologie du chabot à prendre en compte est sa relation avec la fragmentation de l'habitat par des obstacles physiques de tous types : depuis le petit seuil vertical d'une vingtaine de centimètres de haut qui, d'après la littérature, est infranchissable en remontée par les chabots, jusqu'au grand barrage-réservoir (ex. Nisramont) qui est non seulement infranchissable en remontée mais

aussi en descente car les sujets dévalant restent piégés dans le lac artificiel et n'alimentent plus la population en aval, ce qui entraîne un blocage total bidirectionnel du flux de gènes et une altération génétique locale mesurable (Van Houdt 2006). Le maintien des possibilités de libre circulation du chabot en rivière, en remontée et en descente, est indispensable pour deux raisons: i) d'une part, pour conserver l'intégrité génétique des populations et sous-populations géographiques en bonne santé et, ii) d'autre part, pour permettre la recolonisation naturelle par migration-dispersion de l'amont et des affluents vers l'aval et de l'aval vers l'amont et les affluents, de tronçons de rivière dépeuplés par une pollution (pollution ponctuelle accidentelle ou pollution chronique supprimée ou réduite par une épuration) ou par les conséquences d'une mise à sec naturelle (sécheresse, cours d'eau en régime karstique) ou artificielle (tronçon de cours d'eau à débit réduit à cause d'une prise d'eau industrielle, avec comme effet collatéral possible un réchauffement estival excessif).

Toutefois, les connaissances actuelles de l'écologie comportementale de l'espèce, et notamment des phénomènes de mobilité, sont encore trop limitées que pour évaluer avec précision l'effet réel de la fragmentation de l'habitat sur la répartition géographique et sur la biologie des populations (aspects écologiques et génétiques) du chabot. Mais de manière générale, nous devons craindre que les perturbations de l'habitat physique des rivières aient eu un large impact sur la taille, la répartition spatiale et la viabilité des populations locales de chabots (Vandelannoote *et al.*, 1998 *in* Knaepkens *et al.*, 2004a ; Knaepkens *et al.*, 2002).

Le chabot apparaît donc comme un bio-indicateur important des impacts anthropiques sur les cours d'eau. Vu sa faible importance économique et le manque d'intérêt pour sa pêche, il est fort probable qu'il n'ait été ni trop manipulé (élevage et repeuplement avec des sujets d'élevage), ni trop concerné par des opérations de réintroduction massive par translocation et que sa distribution géographique actuelle est le reflet de l'évolution naturelle et artificielle de son milieu. Il constitue dès lors un modèle biologique de premier choix pour caractériser la qualité écologique des eaux courantes et pour étudier les capacités d'adaptation d'une espèce sauvage de poisson aux diverses perturbations du milieu.

Indépendamment de sa valeur bio-indicatrice et patrimoniale, le chabot présente aussi un surcroît d'intérêt biologique fondamental puisqu'une récente révision taxonomique et biogéographique (Freyhof *et al.*, 2005) intégrant des données morphologiques et moléculaires a conduit à identifier plusieurs nouvelles espèces dont deux potentiellement réparties dans les eaux de Belgique. *Cottus rhenanus* est présent dans le grand bassin Rhin-Meuse tandis que *Cottus perifretum* est présent dans les bassins de l'Escaut et de la Seine ainsi que plus largement en Grande-Bretagne, dans le Bas Rhin, la Haute Loire et la Haute Garonne. De plus, ces deux espèces se sont hybridées récemment (200 ans) dans le Rhin en donnant une forme appelée « invasive *Cottus* » à haut potentiel de dispersion vers l'amont et de colonisation des aires occupées par les deux espèces pures (Englebrecht *et al.*, 2000 in Freyhof *et al.*, 2005 ; Volkaert *et al.*, 2002 in Freyhof *et al.*, 2005).

Les objectifs principaux de la convention sont d'améliorer nos connaissances sur cinq aspects de la biologie du chabot, en appui à des prises de décision relatives à des mesures de gestion de l'habitat de l'espèce qui, rappelons-le, est le Poisson à statut Natura 2000 le plus largement répandu en Wallonie.

(a) Caractérisation de la mobilité générale du chabot dans différents types de cours d'eau

Grâce à des opérations de capture-marquage-recapture de chabots porteurs d'une puce électronique, on déterminera les variables de la mobilité générale des poissons de différentes tailles et sexes et à différents moments de l'année, notamment par rapport à la reproduction. Ces variables de mobilité sont la grandeur du domaine vital (distance entre les points extrêmes de capture-recapture), la distance maximale parcourue vers l'amont ou l'aval (et latéralement dans les grandes rivières), la distribution des fréquences des individus se déplaçant à différentes distances, les patrons de mobilité des chabots recapturés plusieurs fois. Dans cette étude, une attention particulière sera accordée à la recherche des individus effectuant les plus longs déplacements vers l'amont car ce sont eux qui contribuent à la dispersion active des gènes.

La connaissance des variables de mobilité des chabots dans un secteur de rivière donné servira directement à déterminer pour chaque type de cours d'eau les méthodologies d'estimation des densités de population par marquage-recapture, notamment en terme de longueur des secteurs-échantillons à considérer compte tenu

des taux d'émigration.

(b) Caractérisation fine du comportement de mobilité chez des chabots équipés d'un micro-émetteur radio

Il s'agit d'une approche méthodologique tout à fait neuve qui fera l'objet d'un testage préalable dans le Ruisseau d'Oxhe (plus particulièrement dans un de ses affluents, le ruisseau de Falogne).

Au cours de ces suivis, nous déterminerons les déplacements, les patrons de mobilités, les domaines vitaux et les rythmes d'activité d'une dizaine de chabots, avec une fréquence de localisation quotidienne et une excellente précision de localisation.

(c) Comportement de franchissement d'obstacles en remontée

Des chabots seront capturés en aval de différents types d'obstacles physiques puis marqués par injection d'une tache de substance (élastomère) colorée sous la peau. Des pêches de contrôle seront ensuite opérées en amont de chaque obstacle pour vérifier la présence ou non de poissons marqués ayant réussi à le franchir. Une fois un protocole mis au point et testé, cette méthode pourrait être appliquée à de nombreux types d'obstacles (notamment les passages sous les routes). Dans certains cas, nous testerons le déplacement forcé de chabots de l'amont vers l'aval d'un obstacle pour accroître les chances d'expression d'un comportement de retour au gîte conduisant au franchissement d'un obstacle.

(d) Observations préliminaires sur le comportement de dévalaison du chabot

Ce volet de l'étude comprendra la réalisation de suivis spécifiques de la dévalaison du chabot dans le Ri de Mosbeux, petit affluent salmonicole de la Vesdre à Trooz. Ces informations originales seront complétées par une brève présentation des résultats obtenus sur d'autres sites : Meuse à Tihange, Ourthe à Méry et Samson.

(e) Aperçu des effets écologiques et génétiques de la fragmentation de l'habitat aquatique sur les populations du chabot en Wallonie.


Ce dernier point comprendra essentiellement une synthèse des résultats relatifs au chabot acquis lors du programme Fishguard mené en 2003-2006 avec le financement de la Politique scientifique fédérale (voir De Boeck et al. 2006).

## II. RAPPEL THÉORIQUE SUR LA NOUVELLE SYSTEMATIQUE DU GENRE « COTTUS » ET SUR LA RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES NOUVELLES ESPÈCES

### II.1. Position systématique

La famille des Cottidés est essentiellement composée d'espèces marines et compte à peu près 300 espèces réparties dans 70 genres qui sont surtout trouvées dans les eaux côtières peu profondes des régions nord et arctique. Les espèces d'eau douce, dont fait partie *Cottus rhenanus*, sont peu nombreuses. Les chabots (genre *Cottus*) sont connus pour leur variabilité intraspécifique et pour la difficulté de les classer. Bien que d'énormes progrès aient été accomplis dans la description et la compréhension de la diversité des espèces nord-américaines, la taxonomie des espèces européennes est restée longtemps non résolue, le « complexe *Cottus gobio* » posant problème.

Dans une étude récente, Freyhof *et al.* (2005) ont réalisé une révision taxonomique et biogéographique du genre *Cottus* en Europe en intégrant des données morphologiques et moléculaires. Ces auteurs ont fait de nouvelles diagnoses des espèces *Cottus gobio*, *C. hispaniolensis*, *C. koshevníkowi*, *C. microstomus*, *C. petiti* et *C. poecilopus*. De plus, ils ont décrit et localisé (voir « Répartition géographique ») huit nouvelles espèces : *Cottus aturi*, *C. duranii*, *C. rondeleti*, *C. perifretum*, *C. rhenanus*, *C. scaturigo*, *C. metae* et *C. transsilvaniae*.

<p><b>Classe</b> : Ostéichthyens</p> <p><b>Sous-classe</b> : Actinoptérygiens</p> <p><b>Ordre</b> : Scorpeniformes</p> <p><b>Famille</b> : Cottidés</p> <p><b>Genre</b> : <i>Cottus</i></p> <p><b>Espèce</b> : <i>Cottus rhenanus</i>, anciennement <i>Cottus gobio</i></p>	 <p><b>Photo 1.</b> <i>Cottus rhenanus</i></p>
---	--

**Tableau 1** : position systématique de chabot *Cottus rhenanus*

## II.2. Répartition géographique

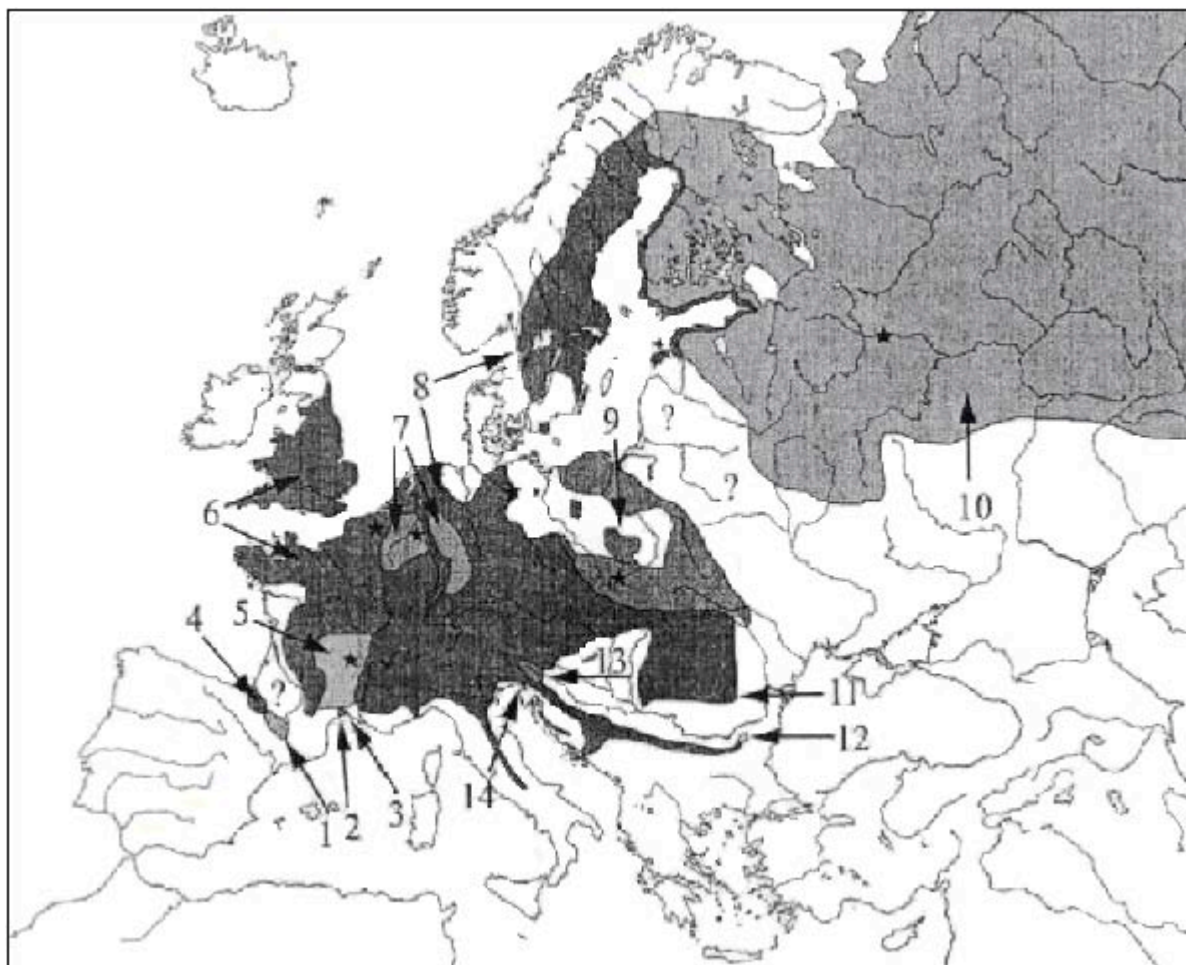
Le chabot du complexe *Cottus gobio* est largement distribué en Europe, de la Scandinavie au Nord de l'Italie (Smyly, 1957 ; Mills & Mann, 1983) (Figure 1). Il est également présent en Angleterre et au Pays de Galle mais pas en Irlande (Maitland & Campbell, 1992 in Tomlinson & Perrow, 2003).

Les huit nouvelles espèces décrites par Freyhof *et al.* (2005) ont été localisées géographiquement (Figure 1). Trois d'entre elles se trouvent uniquement en France : *Cottus aturi* (bassin de l'Adour et de la Neste), *C. duranii* (bassins de la Haute Dordogne, du Haut Lot et de la Haute Loire) et *C. rondeleti* (bassin de l'Hérault). Pour les bassins fluviaux débouchant dans l'Atlantique et la Mer du Nord, il y a deux nouvelles espèces : *Cottus perifretum* (Grande-Bretagne, bassins de l'Escaut, du Rhin, de la Seine, de la Haute Loire et de la Haute Garonne) et *C. rhenanus* (bassins de la Meuse, des Bas et Moyen Rhin). En Italie (rivière Timavo) se trouve *Cottus scaturigo*. Dans le bassin du Danube, deux nouvelles espèces sont présentes : *C. metae* (Haut Save) et *C. transsilvaniae* (Haut Arges). Quant à l'espèce *Cottus gobio*, elle est la plus largement répandue en Europe. Ainsi, en Belgique, nous pouvons rencontrer *Cottus rhenanus* dans le bassin de la Meuse et *Cottus perifretum* dans le bassin de l'Escaut.

Caractéristiques	<i>Cottus perifretum</i>	<i>Cottus rhenanus</i>
Nombre de rayons à la 1 <sup>ère</sup> nageoire dorsale	6-8	7-8
Nombre de rayons à la 2 <sup>de</sup> nageoire dorsale	16-17	15-19
Couleur de la tête	Brun clair à gris, légèrement marbrée	Brun clair à gris, fortement marbrée
Aspect du dos et des côtés	Peu ou pas marbrés	Fortement marbrés
Couleur du ventre	Brun clair	Brun clair

**Tableau 2.** Caractéristiques morphologiques de deux nouvelles espèces de chabots (selon Freyhof et al., 2005).





**Figure 1 :** Distribution géographique des espèces européennes du genre *Cottus*. 1, *C. hispaniolensis* ; 2, *C. rondeletti* ; 3, *C. petiti* ; 4, *C. aturi* ; 5, *C. duranii* ; 6, *C. perifretum* ; 7, *C. rhenanus* ; 8, *C. gobio* ; 9, *C. microstomus* ; 10, *C. koshevnikowi* ; 11, *C. transsilvaniae* ; 12, *C. haemusi* ; 13, *C. metae* ; 14, *C. scaturigo*. Les étoiles montrent les localisations des types.

### II.3. Etat des connaissances sur les chabots en Wallonie et dans les régions voisines

Des informations utiles sur la question des deux nouvelles espèces de chabot seront rendues disponibles lors du Workshop prévu le 13 décembre 2007 aux Pays-Bas (Annexe 2) .

A cette occasion, un intervenant parlera de la dispersion des chabots dans la Gueule, affluent de la Meuse néerlandaise qui prend naissance en Wallonie, en relation avec l'aménagement des échelles à poissons.

### III. ETUDE DE LA MOBILITÉ SAISONNIÈRE PAR MARQUAGE-RECAPTURE

---

#### III.1. Sites d'étude

##### III.1.1. Situation géographique

L' étude a été réalisée dans le ruisseau d'Oxhe, un petit affluent (longueur : 20,1 km) de la rive droite de la Meuse à Ombret-Rawsa (Figure 2). Ce ruisseau, qui couvre les communes de Nandrin en amont et d'Engis en aval, est constitué par la réunion d'un bras principal appelé ruisseau du Fond d'Oxhe, qui prend sa source à Villers-le-Temple, et d'un affluent appelé ruisseau de Falogne, qui prend sa source à Saint-Séverin.

Pour les besoins de cette étude, deux stations ont été sélectionnées, l'une (S1) dans le cours inférieur du **ruisseau de Falogne** (Falogne) et l'autre (S2) dans le ruisseau **du Fond d'Oxhe** (Oxhe), 3 km en amont de la confluence avec le Falogne (photos 2 et 3). Ces deux ruisseaux ont été choisis de manière à comparer la variabilité de certains traits écologiques du chabot dans des cours d'eau aux caractéristiques un peu différentes au point de vue de la géomorphologie et de la qualité biologique de l'eau.

##### III.1.2. Hydrographie

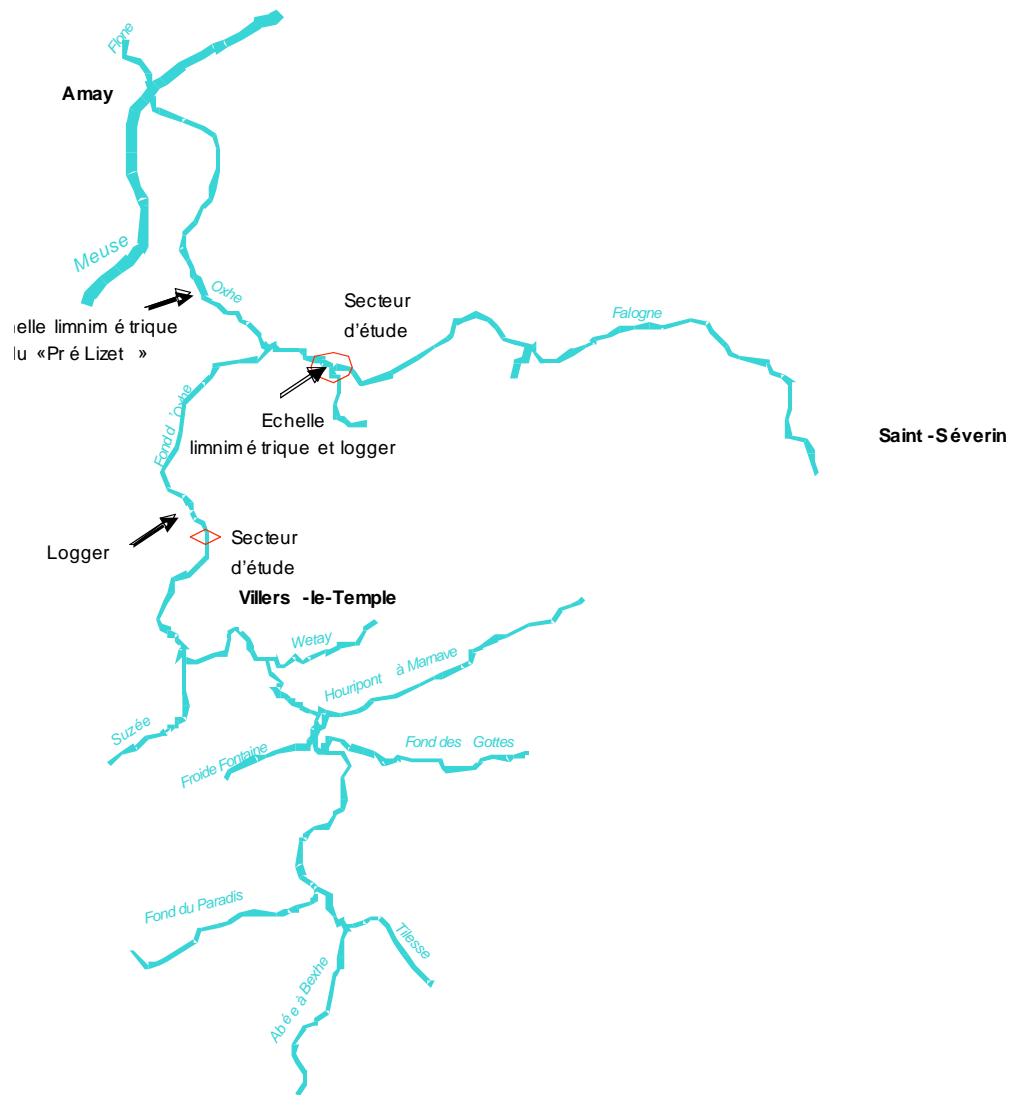
Le ruisseau du Fond d'Oxhe traverse le bois des Dames, rejoint le ruisseau de Falogne près du lieu dit « la Tour Malherbe », puis se jette dans la Meuse. Le ruisseau du Fond d'Oxhe est de 3<sup>ème</sup> catégorie et celui de Falogne de 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup>, il s'agit de zones à truite. Les deux ruisseaux sont principalement bordés d'aulnes glutineux (*Alnus glutinosa*), de frênes (*Fraxinus excelsior*) et d'épicéas communs (*Picea abies*). le Tableau en Annexe 3 présente de manière synthétique les principales caractéristiques hydro-écologiques des cours d'eau sur base des informations disponibles avant la réalisation de la présente étude. A ce jour, il n'y a pas de mesures automatiques du débit dans le ruisseau du Fond d'Oxhe.



**Photo 2 :** Le Ruisseau du Fond d'Oxhe au printemps 2006



**Photo 3 :** Le Ruisseau de Falogne au printemps 2006.



**Figure 2 : Localisation des sites d'études**

### III.1.3. Qualité biologique de l'eau

Aucune donnée n'a été obtenue dans le cadre de la surveillance par la Région Wallonne (cf Vanden Bossche, 2005). Par contre, en 2002, des prélèvements d'invertébrés ont été effectués dans le ruisseau du Fond d'Oxhe et analysés grâce à la méthode de Tuffery et Verneaux. L'indice biotique obtenu est de 6/10, ce qui correspond à une eau d'assez bonne qualité.



### III.1.4. Peuplements en poissons

Les nombres de poissons capturés par pêche électrique dans les deux ruisseaux entre 1976 et 2006 figurent dans le Tableau 2. Ces résultats indiquent qu'en amont de la confluence Oxhe/Falogne, on a affaire à deux ruisseaux typiquement salmonicoles où l'on trouve essentiellement la truite commune et le chabot, parfois accompagnées de la petite lamproie

Espèces	Nombre de poissons capturés dans les stations de l'aval vers l'amont				
	Confl. Meuse 27/11/1990 1300 m <sup>2</sup> 1 P **	Aval barrage du moulin 30/07/1979 1143 m <sup>2</sup> 1 P *	26/09/1990 2 P **	Oxhe 03-06/2006 469 m <sup>2</sup> 4 P	Falogne 03-06/2006 1107 m <sup>2</sup> 4 P
Truite commune	33	64	120	118 (156)	245 (712)
Chabot	143	365	634	821 (761)	485 (1005)
Petite lamproie	-	1	1	1 (2)	-
Loche franche	-	47	34	-	-
Epinoche	1	6	-	-	-
Anguille	1	-	-	-	-
Chevaine	2	-	-	-	-
Vairon	-	1	-	-	1
Goujon	-	11	-	-	-
Gardon	2	3	-	-	-

**Tableau 3 :** Résultats des pêches à l'électricité effectuées entre 1979 et 2006 dans les ruisseaux de Falogne et du Fond d'Oxhe. NB : les nombres entre parenthèses représentent les poissons capturés en dehors des secteurs en 2006. \* Philippart et Vranken, 1983 ; \*\* résultats LDPH-ULg.

## **III.2. Echantillonnage des poissons et mesures des distances parcourues**

### III.2.1. Méthode de capture

Les poissons ont été capturés par des pêches à l'électricité (photo 4), réalisées grâce à un groupe électrogène grâce à un groupe électrogène portable. Les pêches ont été effectuées en deux passages successifs afin d'augmenter l'efficacité de capture et de permettre l'application de formules démographiques d'estimation des populations. Les truites ont également été capturées.

### III.2.2. Organisation spatio-temporelle des échantillonnages

#### *III.2.2.1. Délimitation et découpage en secteurs des zones d'études*

Nous avons délimité un secteur d'étude de 300 m sur le ruisseau de Falogne et un secteur de 105m sur le ruisseau d'Oxhe qui ont été subdivisés en sections longitudinales de 5 m. Lors des pêches électriques, les poissons capturés dans chaque secteur sont séparés de manière à constituer des lots de captures par secteur de 5m. Cette méthodologie nous permet de mesurer les distances parcourues par les chabots individuellement marqués d'une session de pêche à une autre avec une précision maximale de 5m.

#### III.2.3. Calendrier des séquences successives de pêche

Six séquences de pêche ont été réalisées en 2006 et 2007 dans le secteur d'étude de 300m (Tableau 4). De manière à détecter les éventuels mouvements (remontées ou dévalaisons) de chabots marqués en dehors des stations d'étude et à vérifier leur capacité à franchir des petits obstacles, nous avons prolongé les pêches vers l'amont et vers l'aval des secteurs d'étude dans chaque ruisseau.

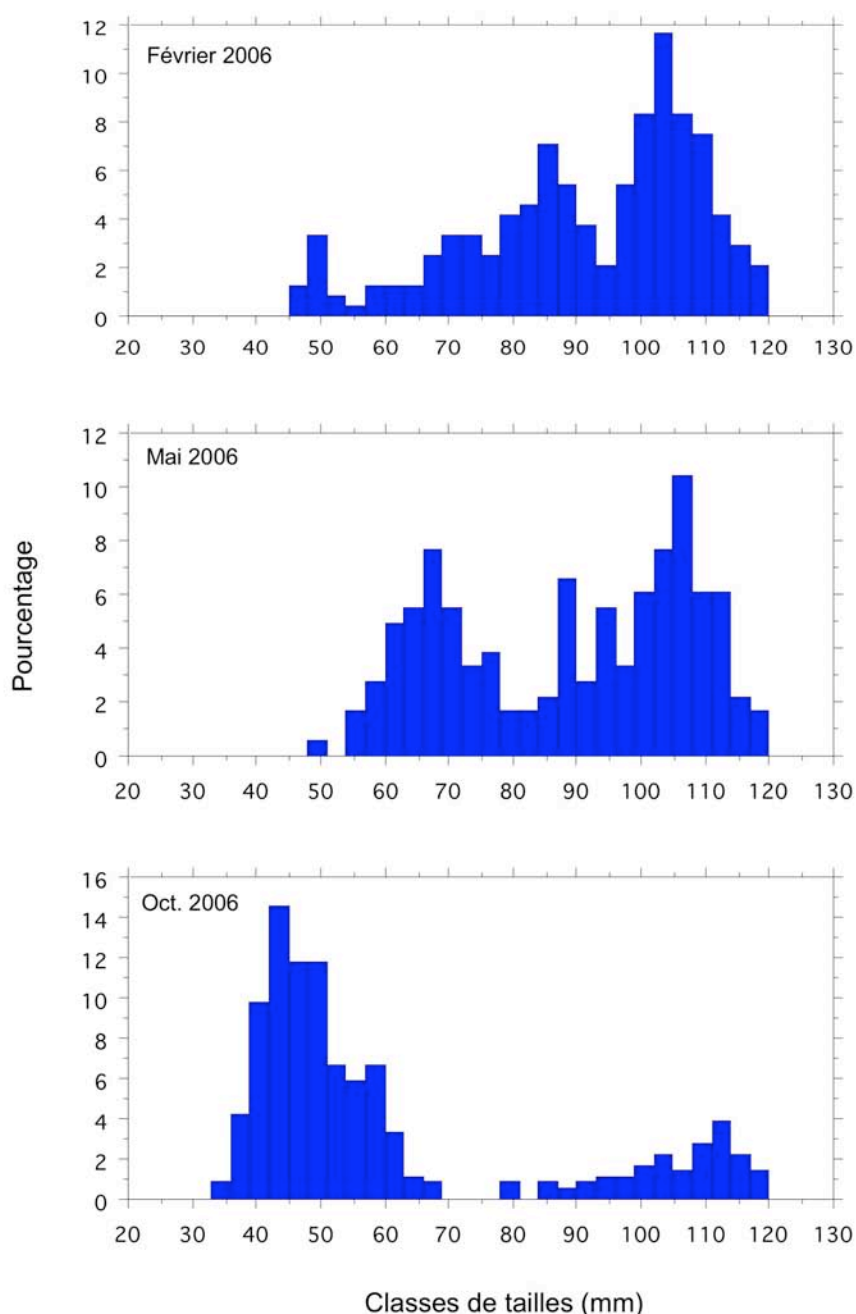
Séquence de pêche	Date	Date
	Ruisseau de Falogne	Fond d'Oxhe
Pêche 1	21/02/2006	13/03/2006
Pêche 2	22/03/2006	30/03/2006
Pêche 3	11/04/2006	21/04/2006
Pêche 4	24/05/2006	07/06/2006
Pêche 5	03/10/2006	23/10/2006
Pêche 6	21/03/2007	

**Tableau 4.** Calendrier d'exécution des six séquences de pêches d'échantillonnage en 2006 et 2007

#### III.2.4. Prise des mesures sur les poissons

Les poissons collectés par section de 5 m étaient anesthésiés dans du 2-phénoxy-éthanol (0,25 ml.l<sup>-1</sup>). Ils étaient ensuite mesurés (règle graduée au mm), pesés à l'aide d'une balance portable standard Ohaus CS200 (200 ± 0,1 g). Le sexe a aussi été déterminé lorsque cela était visible.

La figure 2bis illustre à titre d'exemple la composition par tailles de la population du chabot dans le Falogne en début d'année quand les jeunes 0+ de l'année ne sont pas encore présents et en fin d'année quand ces 0+ < 50 mm sont capturés.



**Figure 2bis.** Composition par tailles (classes de 3 mm) de la population du chabot dans le Ruisseau de Falogne à différentes dates montrant l'apparition progressive des jeunes 0+ de l'année.

### III.2.5. Stratégies de marquage des chabots

Les chabots de plus de 3,2 g ont été systématiquement marqués à l'aide de PIT tags<sup>1</sup> (Passive Integrated Transponder ; modèle sélectionné : ID 100 Implantable Transponder, Trovan Unique™ Transponder, 2,12 × 11,5 mm, operation frequency 128 kHz, bio-compatible glass encapsulation, individually packaged in a disposable needle) implantés dans la cavité abdominale. Le PIT tag est une puce électronique passive qui porte un code d'identification unique. Celui-ci peut être lu à faible distance (10 cm) grâce à système de détection composé d'un détecteur et d'un lecteur. Cette technique nécessite donc la recapture des poissons.

Il s'agit d'une technique de marquage individuel fiable et inoffensive pour les chabots (Bruyndoncx *et al.*, 2002). En nous référant à l'étude précitée de Bruyndoncx *et al.* en Flandre, nous avons choisi d'insérer les marques non pas au moyen de la seringue d'usage mais de manière chirurgicale, en faisant une incision d'environ 1,5-2 mm de long sur la face ventrale entre la ceinture pelvienne et l'anus (Photos 5 et 6). Nous avons également choisi de ne pas suturer l'incision.



**Photos 4:** Capture des chabots par pêche électrique





**Photos 5 et 6** : incision et insertion d'une Pit-tag.

De manière à détecter l'éventuelle perte de PIT tags, à repérer facilement les poissons marqués recapturés, à distinguer aisément la période de marquage et à marquer les chabots plus petits que 3,2 g, nous avons également eu recours à des marques VIE (Visible Implant Elastomer ; Northwest Marine Technology™) de différentes couleurs, insérées sur la face ventrale au niveau de la ceinture pelvienne. Le VIE est un matériau composé de deux parties, un colorant et un durcisseur, qui est mélangé juste avant son utilisation. Il est injecté en petit volume lorsqu'il est liquide et, une fois sous la peau, il se solidifie en un matériau flexible et biocompatible. Ce colorant est implanté sous les tissus transparents à l'aide d'une seringue et d'une très fine aiguille graduée et reste visible à l'extérieur.

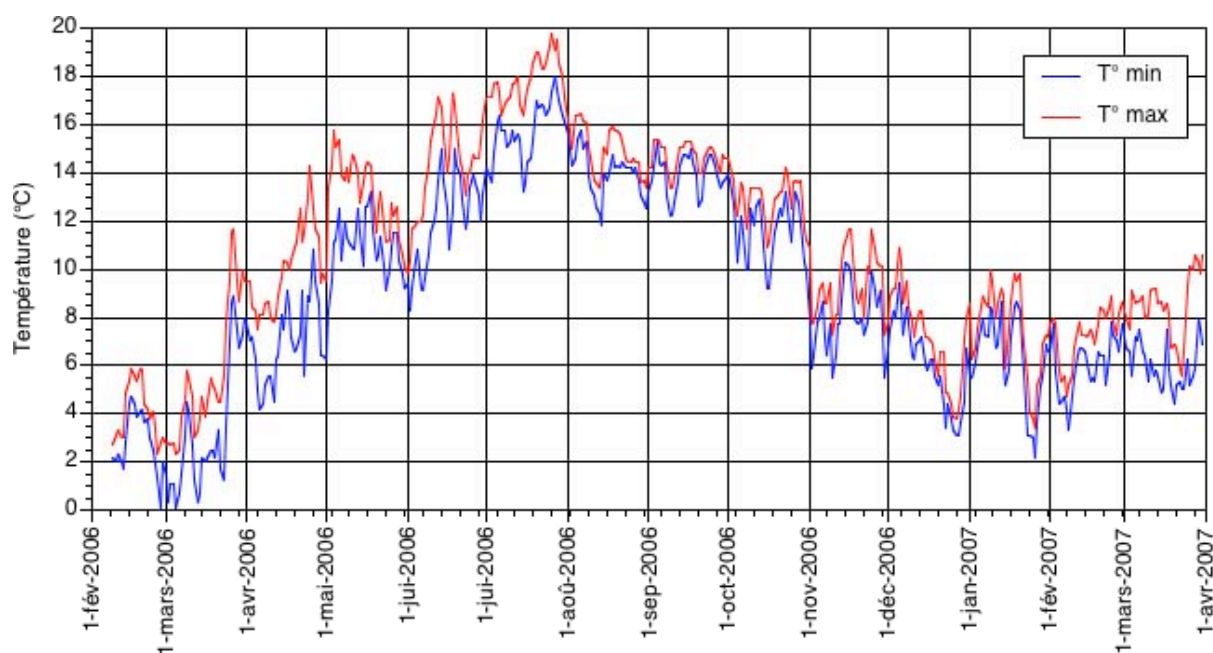
Lors de la 1<sup>ère</sup> pêche de capture (P1), les chabots ont reçu une marque VIE de couleur rouge. Les poissons ont été marqués à l'élastomère jaune lors de la 2<sup>ème</sup> pêche (P2), à l'élastomère bleu lors de la 3<sup>ème</sup> pêche (P3), à l'élastomère vert lors de la 4<sup>ème</sup> (P4), à l'élastomère rose lors de la 5<sup>ème</sup> pêche (P5) et à l'élastomère mauve lors de la 6<sup>ème</sup> pêche (P6) (photo 7). Une fois réveillés, les poissons étaient relâchés avec précaution au milieu de leur section de capture.



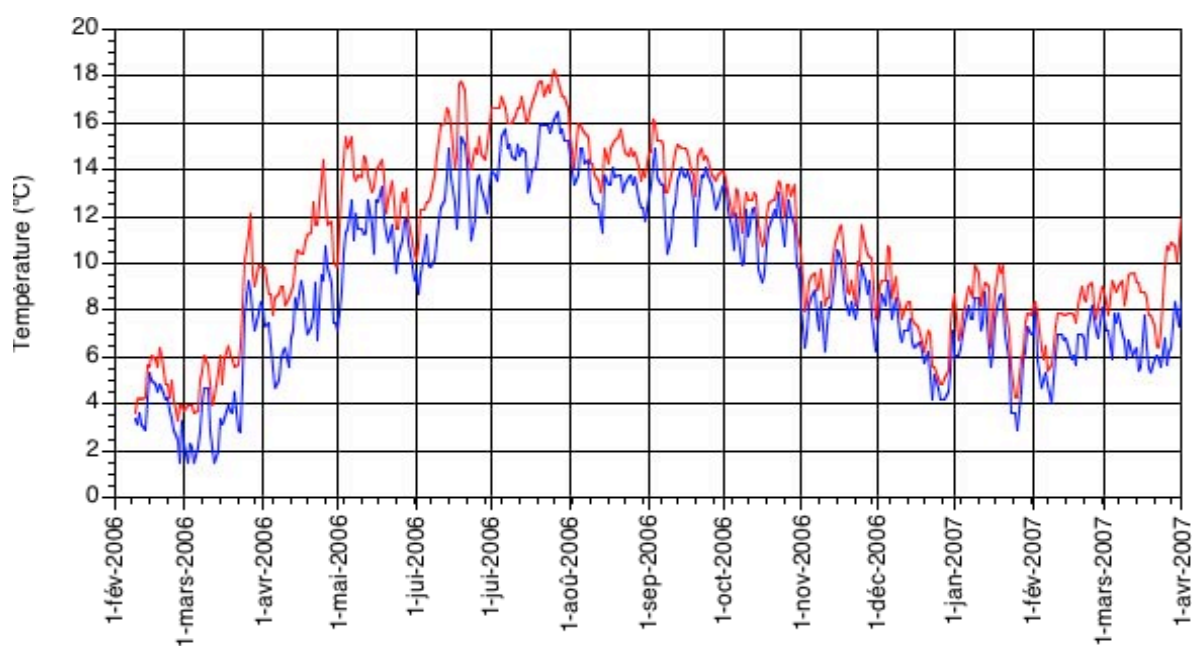
**Photo 7 :** Marquages de chabots à l'élastomère lors des recaptures, exemple d'un chabot marqué en rouge, jaune, bleu et vert, donc qui été capturé à 5 reprises

### III.3. Conditions thermiques

Les conditions thermiques dans les deux ruisseaux étudiés ont été caractérisées grâce aux données de température enregistrées en continu au moyen de logger (Onset<sup>TM</sup> tidBit Stow Away) déposés dans l'eau. Les résultats sont présentés sur les figure 3 et 4.



**Figure 3 :** Evolution des conditions thermiques (températures min. et max.) dans le ruisseau de Falogne de février 2006 à avril 2007.



**Figure 4 :** Evolution des conditions thermiques (températures min. et max.) dans le ruisseau d'Oxe de février 2006 à avril 2007.

### III.4. Résultats

#### III.4.1. Mobilité des chabots dans le ruisseau d'Oxhe par examen des recaptures successives d'individus marqués individuellement

##### III.4.1.1.. *Mobilité par date de recapture dans le secteur d'étude de 105m*

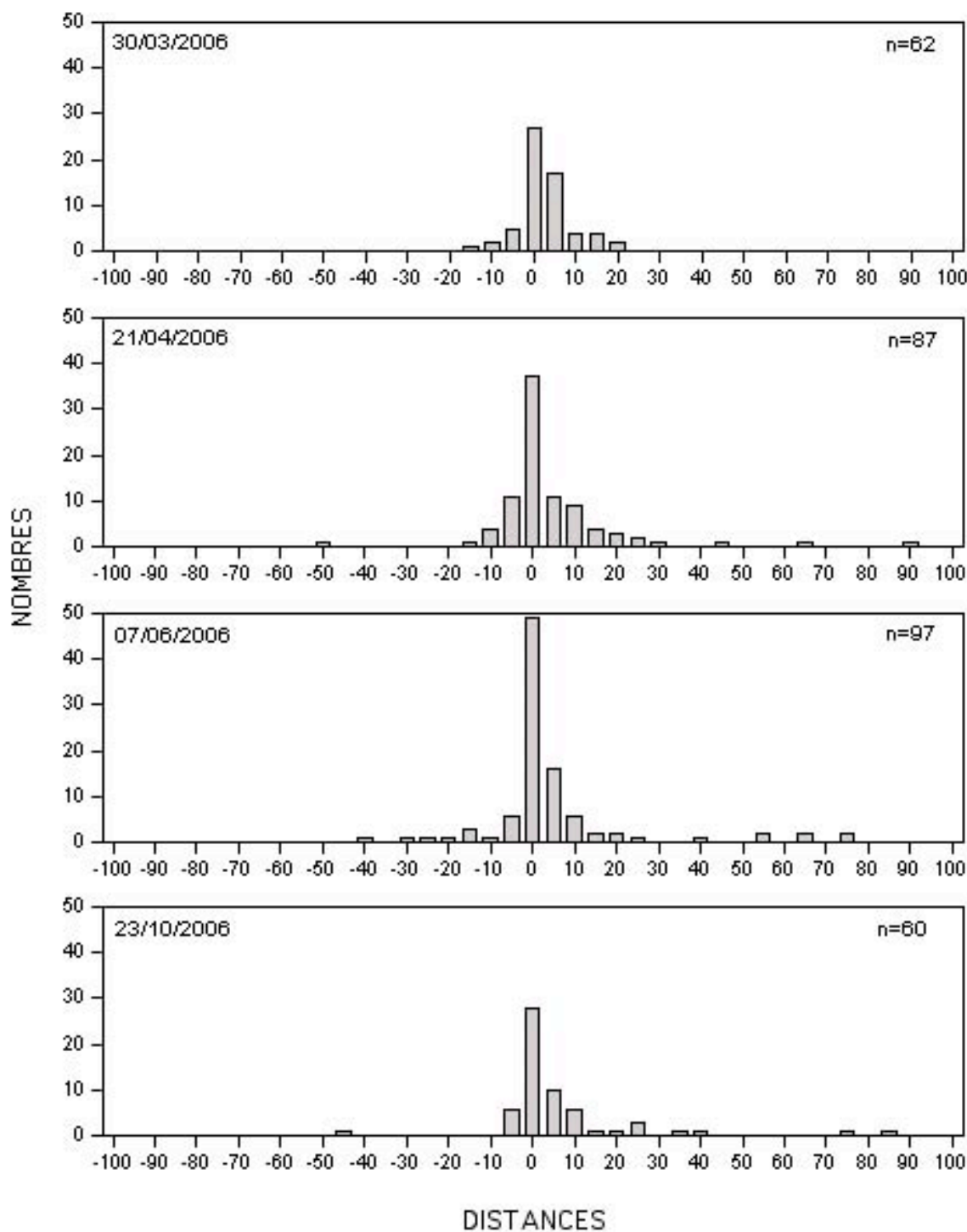
Lors des cinq pêches effectuées entre le 13/03/06 et le 23/10/06 , n=698 chabots ont été équipés d'une marque individuelle passive. Au cours des quatre pêches de recapture n=306 séquences individuelles de mouvements (distance longitudinale parcourue entre la date du marquage et la date de recapture suivante). L'estimation des distances parcourues par les chabots recapturés lors des quatre pêches effectuées entre le 30 mars, le 21 avril, 7 juin et 23 octobre 2006 sont présentées aux figures 5 à 7.

Le 30/03/06, sur les 62 chabots recapturés, 27 (43,5 %) ont été retrouvés dans leur section de capture. Sur les 35 (56,5 %) individus ayant bougé, 22 (35,5 %) ont été recapturés dans les sections amont et aval adjacentes. Les 13 (21,0 %) autres ont été retrouvés à au moins 10 m de leur section initiale. Les distances parcourues par les plus mobiles s'étendent de 15 m vers l'aval à 20 m vers l'amont. Sur les 35 mouvements enregistrés, 22,8% (n=8) ont été effectués vers l'aval contre 77,2% (n=27) vers l'amont.

Le 21/04/06, sur les 87 chabots recapturés, 37 (42,5 %) ont été retrouvés dans leur section de capture. Sur les 50 (57,5 %) individus ayant bougé, 22 (25,3 %) ont été recapturés dans les sections amont et aval adjacentes. Les 28 (32,2 %) autres ont été retrouvés à au moins 10 m de leur section initiale. Les distances parcourues par les plus mobiles s'étendent de 50 m vers l'aval à 90 m vers l'amont. Sur les 50 mouvements enregistrés, 34% (n=17) ont été effectués vers l'aval contre 66% (n=33) vers l'amont.

Le 07/06/06, sur les 97 chabots recapturés, 49 (50,5 %) ont été retrouvés dans leur section de capture. Sur les 48 (49,5 %) individus ayant bougé, 22 (22,6 %) ont été recapturés dans les sections amont et aval adjacentes (-5m et +5m). Les distances parcourues par les plus mobiles s'étendent de 40 m vers l'aval à 75 m vers l'amont.

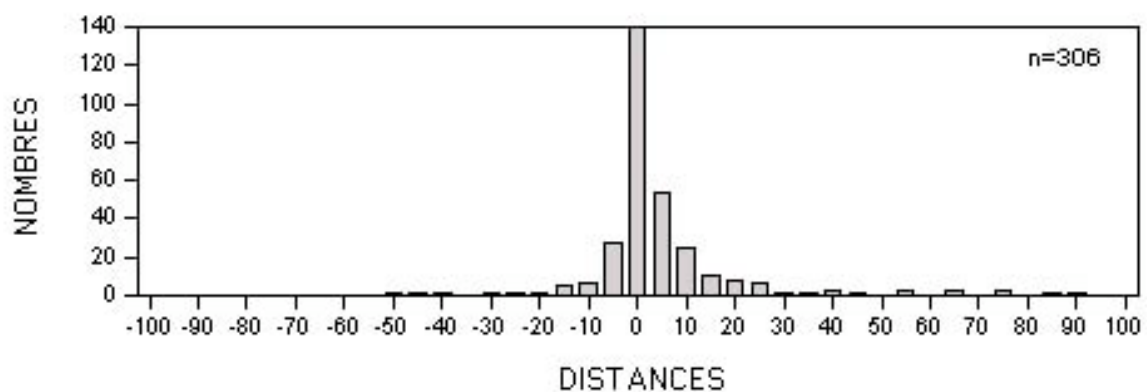
Sur les 48 mouvements enregistrés, 29,1% (n=14) ont été effectués vers l'aval contre 71,9% (n=34) vers l'amont.



**Figure 5 :** Histogrammes des distances parcourues par les chabots à chaque date de pêche de recapture entre le 30/03/06 et 23/10/06 dans le ruisseau d'Oxhe.

Le 23/10/06, sur les 60 chabots recapturés, 28 (46,6 %) ont été retrouvés dans leur section de capture. Sur les 32 qui ont bougé, 16 (26,6 %) ont été recapturés dans les sections amont et aval adjacentes (-5m et +5m). Les distances parcourues par les plus mobiles s'étendent de 50 m vers l'aval à 90 m vers l'amont. Sur les 32 mouvements enregistrés, 21,8% (n=7) ont été effectués vers l'aval contre 78,2% (n=25) vers l'amont.

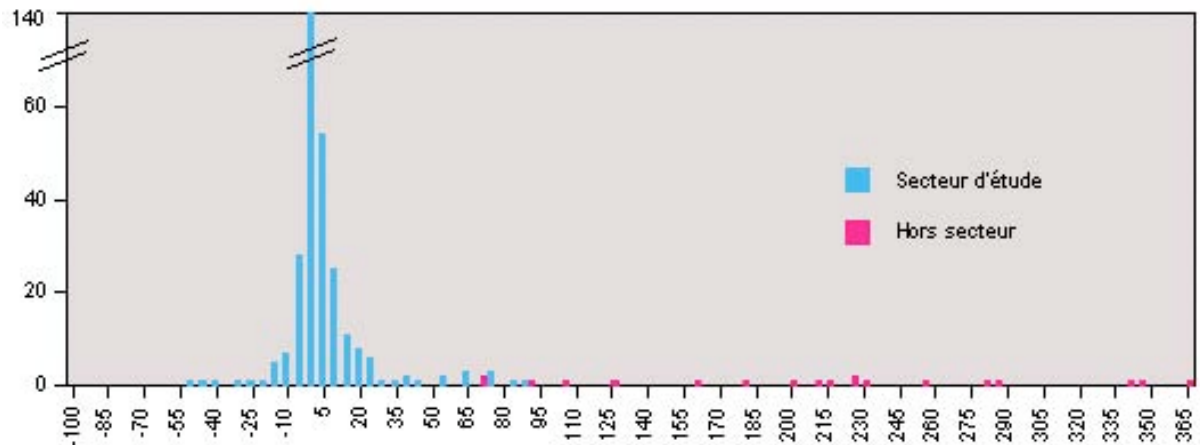
Si on prend en considération l'ensemble de la période d'étude, sur les 306 chabots recapturés, 141 (46,1 %) ont été retrouvés dans leur section de capture long de 5 m. Sur les 165 qui ont bougé, 83 (27,1,6 %) ont été recapturés dans les sections amont et aval adjacentes (-5m et +5m). Les distances parcourues par les plus mobiles (n=82, 26,8%) s'étendent de 50 m vers l'aval à 90 m vers l'amont. Notons que sur les 165 mouvements enregistrés, seuls 27,9% (n=46) ont été effectués vers l'aval contre 71,9% (=119) vers l'amont, ce qui constitue une distribution hétérogène (chi-carré,  $p < 0,0001$ ,  $\chi^2 = 16,993$ ). Les chabots qui se déplacent auraient donc une tendance plus significative à se déplacer vers l'amont que vers l'aval dans ce secteur au cours de la période d'étude concernée (février à octobre).



**Figure 6 :** Histogramme des distances parcourues par les chabots en combinant toutes les pêches de recaptures effectuées entre le 30/03/06 et le 23/10/06 dans le secteur d'étude du Ruisseau d'Oxhe.



En complément aux séquences de recaptures réalisées dans le secteur d'étude de 105m, d'autres pêches ont été réalisées en dehors des limites (vers l'amont et vers l'aval) de ce secteur pour tenter de retrouver des individus marqués qui auraient effectués des mouvements de plus grandes amplitudes. Ces pêches ont été réalisées en juin et en octobre sur deux secteurs de rivière d'une longueur de 400m, un en amont du site d'étude et l'autre en aval.



**Figure 7 :** Histogramme des distances parcourues par les chabots en combinant toutes les pêches de recaptures effectuées entre le 30/03/06 et le 23/10/06 et les pêches en dehors des limites du secteur d'étude (105 m) dans le ruisseau d'Oxhe

L'ensemble des  $n=22$  individus recapturés en dehors du secteur d'étude de 105 m l'ont été en amont, ce qui confirme la tendance générale aux mouvements vers l'amont déjà mise en évidence par les pêches de recapture dans le secteur d'étude de 105m. Les distances parcourues par les individus recapturés en amont de ce secteur varient de 5m à 365m (fig. 7) et concernent aussi bien des gros individus que des plus petits.

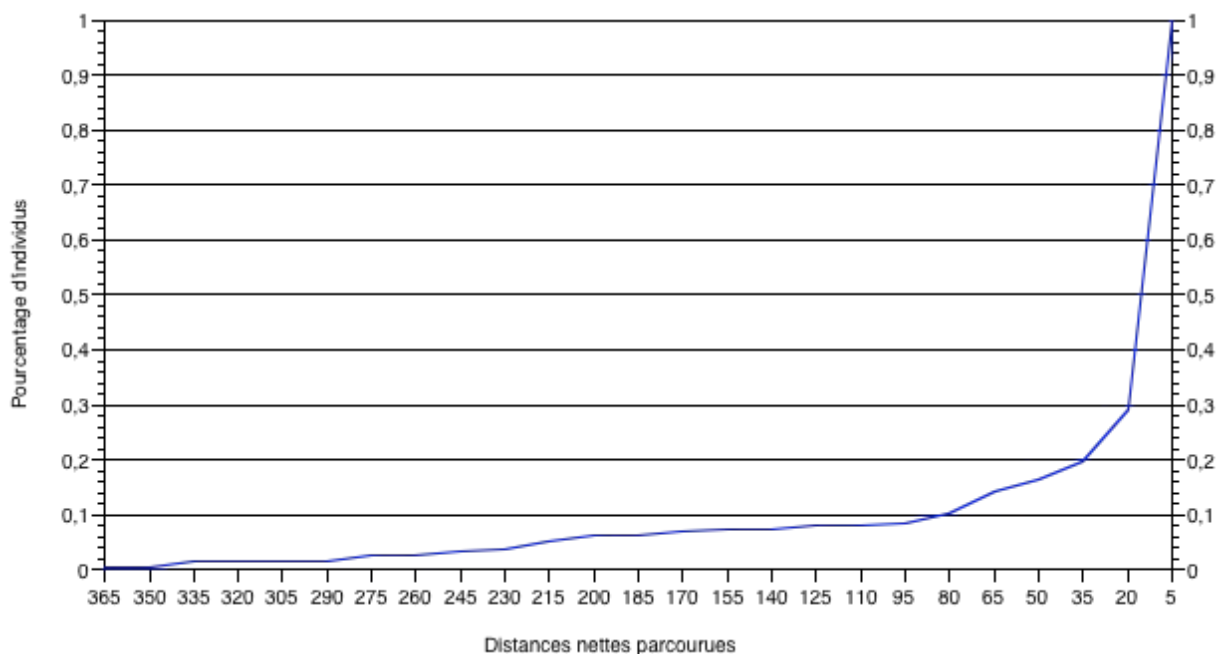
Les chabots recapturés en amont du secteur d'étude ont été confrontés à l'obstacle de fin de secteur (voir chapitre V) qui correspond à la limite amont du secteur ainsi qu'à d'autres obstacles physique de configuration variables. Les données spécifiques sur les franchissements des obstacles sont présentés au chapitre V de ce rapport.

Sur la base des recaptures effectuées en dehors du secteur d'études de 105m, il est possible d'évaluer les **vitesse maximale de progression** des chabots dans le

ruisseau d'Oxhe. En remontée, il apparaît qu'un chabot de 93mm a effectué un mouvement de 365m en un temps maximum de 138 jours. Cela correspond à une vitesse de 2,64m par jour, soit une capacité potentielle à se déplacer sur une distance de 965m par an.

#### III.4.1.2. Mobilité globale toutes pêches confondues par examen des captures successives

La figure 8 prend en considération les pourcentages cumulés de distances nettes parcourues (sans tenir compte du sens du mouvement) par les chabots sur l'ensemble des pêches effectuées dans et en dehors secteur d'étude. Il apparaît que les mouvements enregistrés entre deux pêches successives sont pour la plupart de faibles amplitudes. Il apparaît par exemple que seulement 10% des mouvements sont supérieurs à 80m et que seulement 20% des mouvements sont supérieurs à 35m.



**Figure 8 :** Pourcentage cumulé des distances nettes (indépendantes de la direction) parcourues par les chabots lors de toutes les pêches effectuées dans le ruisseau d'Oxhe en 2006.



### III.4.2.. Mobilité des chabots dans le ruisseau de Falogne

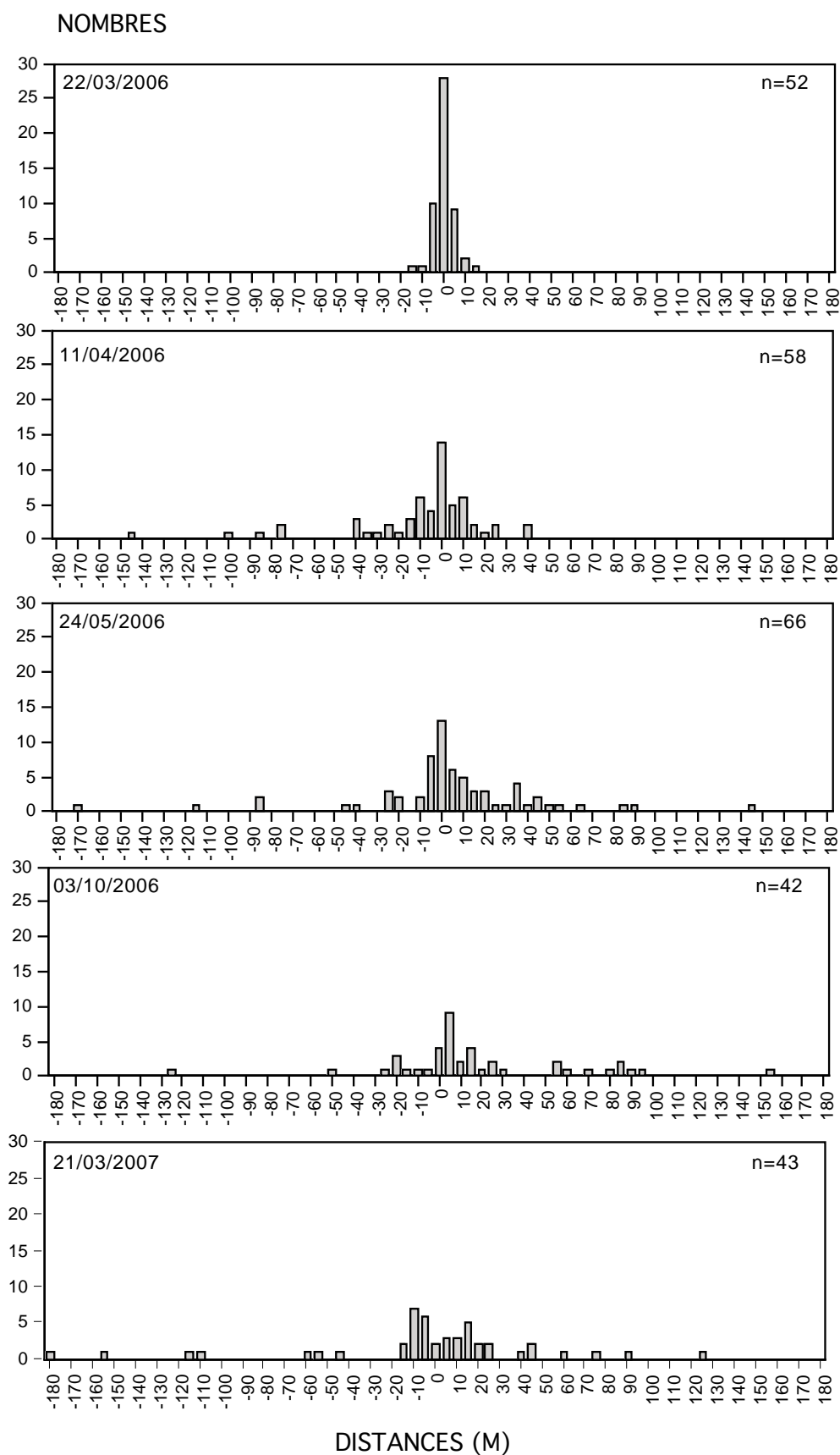
#### III.4.2.1.. *Mobilité par date de recapture dans le secteur d'étude de 300m*

Lors des six pêches effectuées entre le 22 mars 2006 et le 21 mars 2007, n=452 chabots ont été équipés d'une marque individuelle passive. Au cours des quatre pêches de recapture n=261 séquences individuelles de mouvements (distance longitudinale parcourue entre la date du marquage et la date de recapture suivante). L'estimation des distances parcourues par les chabots recapturés lors des cinq pêches effectuées entre le 22 mars, le 11 avril, 24 mai et 3 octobre 2006 sont présentées aux figures 9 à 11.

Le 22 mars 2006, sur les 53 chabots recapturés, 28 (52,8 %) ont été retrouvés dans leur section de capture. Sur les 25 (47,2 %) individus qui ont bougé, 19 (35,9 %) ont été recapturés dans les sections amont et aval adjacentes. Les 6 (11,3 %) restants ont parcourus des distances comprises entre 35 m vers l'aval à 15 m vers l'amont des sections de marquage.

Le 11 avril 2006, sur les 58 chabots recapturés, 14 (24,0 %) ont été retrouvés dans leur section de capture. Sur les 44 (78,9 %) individus qui ont bougé, 9 (15,5 %) ont été recapturés dans les sections amont et aval adjacentes. Les 38 (65,5 %) restants ont parcourus des distances qui s'étendent de 145 m vers l'aval à 40 m vers l'amont des sections de marquage.

Le 24 mai 2006, sur les 66 chabots recapturés, 13 (19,6 %) ont été retrouvés dans leur section de capture. Sur les 53 (80,4 %) individus qui ont bougé, 14 (21,2 %) ont été recapturés dans les sections amont et aval adjacentes. Les 39 (59,1 %) restants ont parcourus des distances qui s'étendent de 170 m vers l'aval à 145 m vers l'amont des sections de marquage.

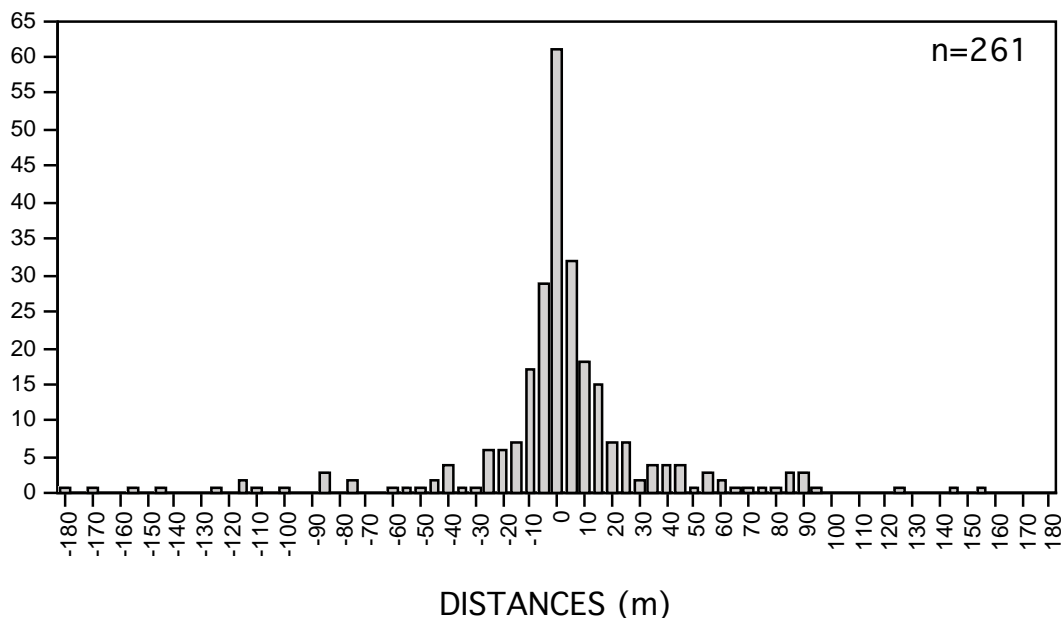


**Figure 9 :** Histogrammes des distances parcourues par les chabots à chaque date de pêche de recapture entre le 30/03/06 et 21/03/07 dans le Ruisseau de Falogne.

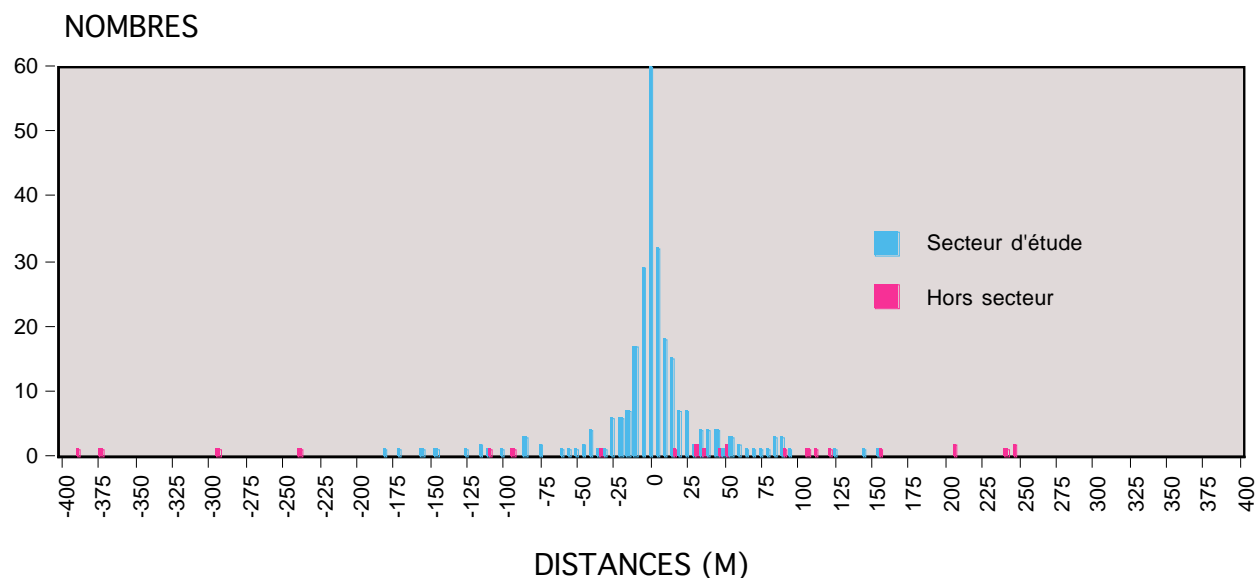
Le 3 octobre 2006, sur les 42 chabots recapturés, 4 (9,5 %) ont été retrouvés dans leur section de capture. Sur les 38 (90,5 %) individus qui ont bougé, 10 (23,8 %) ont été recapturés dans les sections amont et aval adjacentes. Les 28 (66,7 %) restants ont parcourus des distances qui s'étendent de 125 m vers l'aval à 155 m vers l'amont des sections de marquage.

Le 21 mars 2007, sur les 43 chabots recapturés, 2 (4,6 %) ont été retrouvés dans leur section de capture. Sur les 41 (95,4 %) individus qui ont bougé, 8 (18,6 %) ont été recapturés dans les sections amont et aval adjacentes. Les 33 (76,7 %) restants ont parcourus des distances qui s'étendent de 180 m vers l'aval à 125 m vers l'amont des sections de marquage.

Si on prend en considération l'ensemble de la période d'étude, sur les 261 chabots recapturés, 61 (23,3 %) ont été retrouvés dans leur section de capture longue de 5 m. Sur les 200 (76,7 %) qui ont bougé, 60 (23,0 %) ont été recapturés dans les sections amont et aval adjacentes (-5m et +5m). Les distances parcourues par les plus mobiles s'étendent de 180 m vers l'aval à 155 m vers l'amont (figure 10). Si on combine ces résultats avec les distances parcourues avec les chabots recapturés en dehors du secteur d'étude de 300m, les distances parcourues maximales s'étalent de -395m à +245m (figure 11).



**Figure 10 :** Histogramme des distances parcourues par les chabots en combinant toutes les pêches de recaptures effectuées entre le 13/03/06 et le 21/03/2007 dans le Falogne.

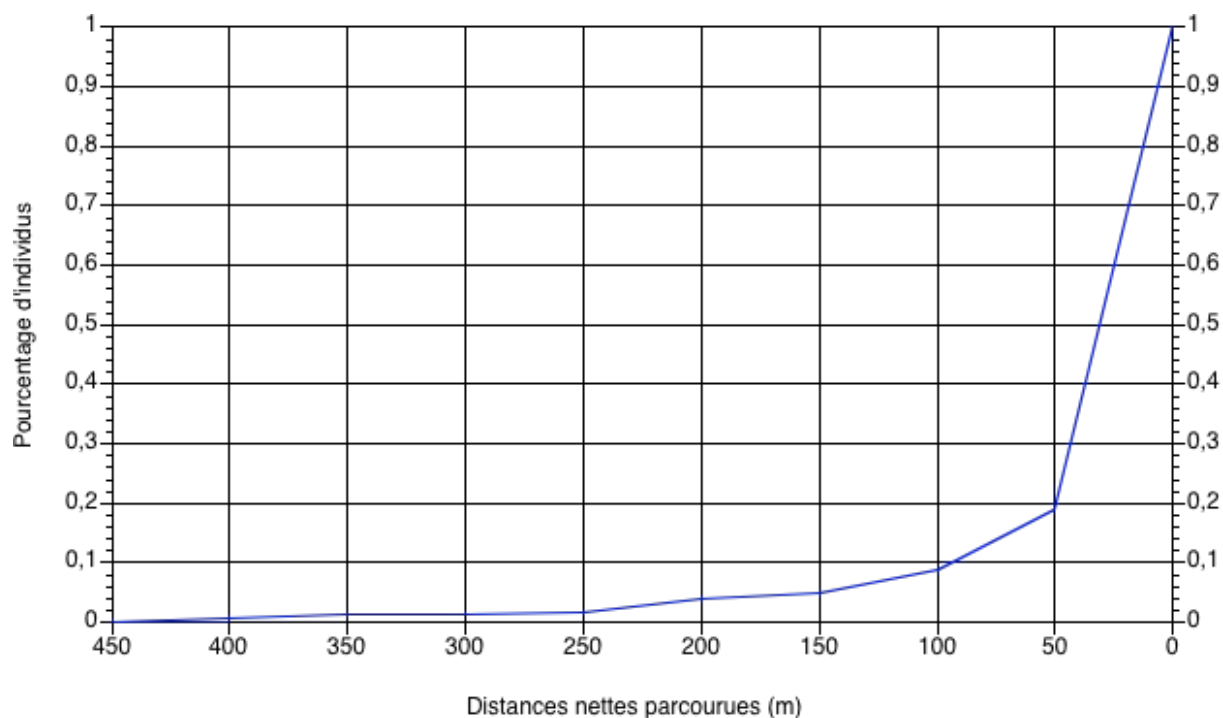


**Figure 11** : Histogramme des distances parcourues par les chabots en combinant toutes les pêches de recaptures effectuées entre le 13/03/06 et le 21/03/2007 et les pêches en dehors des limites du secteur d'étude dans le Falogne.

Sur la base des recaptures effectuées en dehors du secteur d'études de 300m, il est possible d'évaluer les **vitesse maximale de progression** des chabots dans le ruisseau de Falogne. En remontée, il apparaît que deux chabots (82mm et 101mm) ont effectués 105m en 21 jours entre la fin du mois de mars et la mi-avril 2006. Cela représente une distance moyenne parcourue par jour de 5m et une capacité potentielle à parcourir **1,8km** par an. En dévalaison, un chabot de 94mm a parcouru une distance de 295m en 33 jours entre la fin du mois de mai et la fin du mois de juin. Cela représente une distance moyenne parcourue par jour de 8,9m et une capacité potentielle à parcourir **3,25km** par an.

#### III.4.2.2. Mobilité globale toutes pêches confondues par examen des captures successives

La figure 12 prend en considération les pourcentages cumulés de distances nettes parcourues (sans tenir compte du sens du mouvement) par les chabots sur l'ensemble des pêches effectuées dans et en dehors secteur d'étude. Il apparaît que 50% des mouvements sont inférieurs à 35m. 10% des mouvements sont supérieurs à 90m et 20% des mouvements sont supérieurs à 50m.



**Figure 12 :** Pourcentage cumulé des distances nettes (indépendantes de la direction) parcourues par les chabots lors de toutes les pêches effectuées dans le ruisseau de Falogne en 2006 et 2007 (n=280 mouvements).

#### III.4.2.3. *Patrons de mobilité des individus capturés lors de trois séquences de pêches au minimum*

Sur un nombre total de 452 chabots marqués pendant la durée de l'étude, n=205 ont été recapturés au moins une fois (n=186 dans le secteur d'étude et n=19 en dehors du secteur d'étude). Parmi ces n=205 individus, 1,5% (n=3) ont été recapturés 4 fois, 7,3% (n=15) ont été recapturés 3 fois, 20,5% (n=42) ont été recaptures 2 fois et 70,7% (n=145) ont été recapturés 1 fois.

L'analyse des mouvements effectués par les n=57 individus qui ont été recapturés au minimum 2 fois (marquage + 2 captures post marquage) nous a permis de mettre en évidence 23 **séquences de mouvements** différentes (tableau 5). Il apparaît que 61,5% des chabots ont une tendance a effectuer des mouvements « amont-aval » en alternance, 26,5% ont une tendance à se déplacer vers l'amont, 10,5% ont une tendance à se déplacer vers l'aval, et seulement 1 chabot est resté immobile.

Patrons de mobilité	N=57	%
<b>Immobilité</b>		
I-I	1	1,75
<b>Sous-total</b>	<b>1</b>	<b>1,75</b>
<b>Tendance à se déplacer vers l'aval</b>		
D-D	2	3,51
D-I	1	1,75
I-D	1	1,75
D-I-D	1	1,75
D-D-I	1	1,75
<b>Sous-total</b>	<b>6</b>	<b>10,53</b>
<b>Mouvements amont-aval en alternance</b>		
D-M	12	21,05
M-D	13	22,81
D-M-D	2	3,51
D-M-M	3	5,26
I-D-M	1	1,75
M-D-M	1	1,75
I-I-D-M	1	1,75
I-M-D-M	1	1,75
M-M-M-D	1	1,75
<b>Sous-total</b>	<b>35</b>	<b>61,40</b>
<b>Tendance à se déplacer vers l'amont</b>		
M-I	2	3,51
M-M	4	7,02
I-M	3	5,26
I-I-M	1	1,75
I-M-I	1	1,75
I-M-M	1	1,75
M-I-M	1	1,75
M-M-M	2	3,51
<b>Sous-total</b>	<b>15</b>	<b>26,32</b>

**Tableau 5 :** identifications des patrons de mobilité observés chez les chabots recapturés au moins deux fois lors des pêches effectuées sur le ruisseau de Falogne. (I=Immobilité, D=Dévalaison, M=Montaison).

## IV. APPLICATION DU RADIO-PISTAGE A L'ETUDE DE LA MOBILITÉ INDIVIDUELLE DES CHABOTS

---

### IV.1. Introduction

La mobilité des espèces de petites tailles comme le chabot est souvent étudiée par la méthode dite de « capture-marquage-recapture » (cf. chapitre III). Ces études permettent d'estimer des distances parcourues par des individus entre deux captures, mais elles entraînent inmanquablement une sous estimation de la mobilité réelle qui sera d'autant plus grande que le temps entre deux captures successives augmente (Gowan et al., 1994, Ovidio et al., 2002). De plus, par son caractère temporel discontinu, la technique de capture-marquage-recapture n'autorise pas la mise en évidence de patrons individuels de mobilité.

Au cours de la dernière décennie, des progrès énormes ont été accomplis dans la miniaturisation des émetteurs radio susceptibles d'être utilisés pour l'étude du comportement animal. Un émetteur d'un poids dans l'air de 0,5g et d'une durée de vie de 30 jours a été développé par la firme ATS. De par sa faible masse, il répond aux critères nécessaires pour être implanté sur des espèces de petites tailles et pour réaliser des études courtes mais intensives sur les tactiques d'utilisation de l'espace et les patrons de mobilité des poissons (Ovidio et al., 2007) et notamment du chabot.

Une étude par radiotélémétrie de la mobilité du chabot s'avère intéressante et complémentaire aux études de marquage-recapture dans le sens où elle permettrait un suivi continu des individus marqués dans toutes les conditions environnementales. L'application de la biotélémétrie au chabot constitue une première mondiale qu'il convient également de considérer comme un test méthodologique.

## IV.2. Site d'étude

Le radio-pistage s'est déroulé dans le ruisseau de Falogne (voir figure 2) quelques centaines de mètres en amont du secteur présenté dans le chapitre III. Nous avons sélectionné ce secteur non fragmenté pour permettre aux chabots de circuler librement dans leur milieu durant les 30 jours de suivis par radio-pistage.

## IV.3. Méthodes

Les chabots destinés à être radio-marqués ont été capturés par pêche électrique (tableau 6). Deux sessions de pistage ont été réalisées avec deux fois cinq individus marqués. La première session s'est étalée du 20 février au 23 mars 2007 et la deuxième du 24 mai au 24 juin 2007.

Chabot n°	Taille (mm)	Poids (g)	Sexe	Session de pistage
2	122	35,4	-	Hiver
3	122	29,7	M	Hiver
4	126	28,2	-	Hiver
5	115	24,9	-	Hiver
6	127	24,2	-	Hiver
7	119	20,3	-	Printemps
8	116	20,3	-	Printemps
9	115	19,6	-	Printemps
10	107	20,7	-	Printemps
11	117	21,3	-	Printemps

**Tableau 6** : Caractéristiques des chabots radio-marqués dans le ruisseau de Falogne

Un mini-émetteur radio (ATS F1526 ; 0,5g ; durée de vie de 30 jours ; antenne externe) a été chirurgicalement inséré dans la cavité intrapéritonéale des individus capturés (photo 8). L'incision a été refermée à l'aide de 2 points de suture (Vicryl 6-0, C-3, 13mm 3/8c) ; l'ensemble de la procédure prend 5 à 10 minutes. Après une phase de réveil de quelques minutes dans un bassin d'eau fraîche, chaque individu est relâché à l'endroit précis de sa capture.





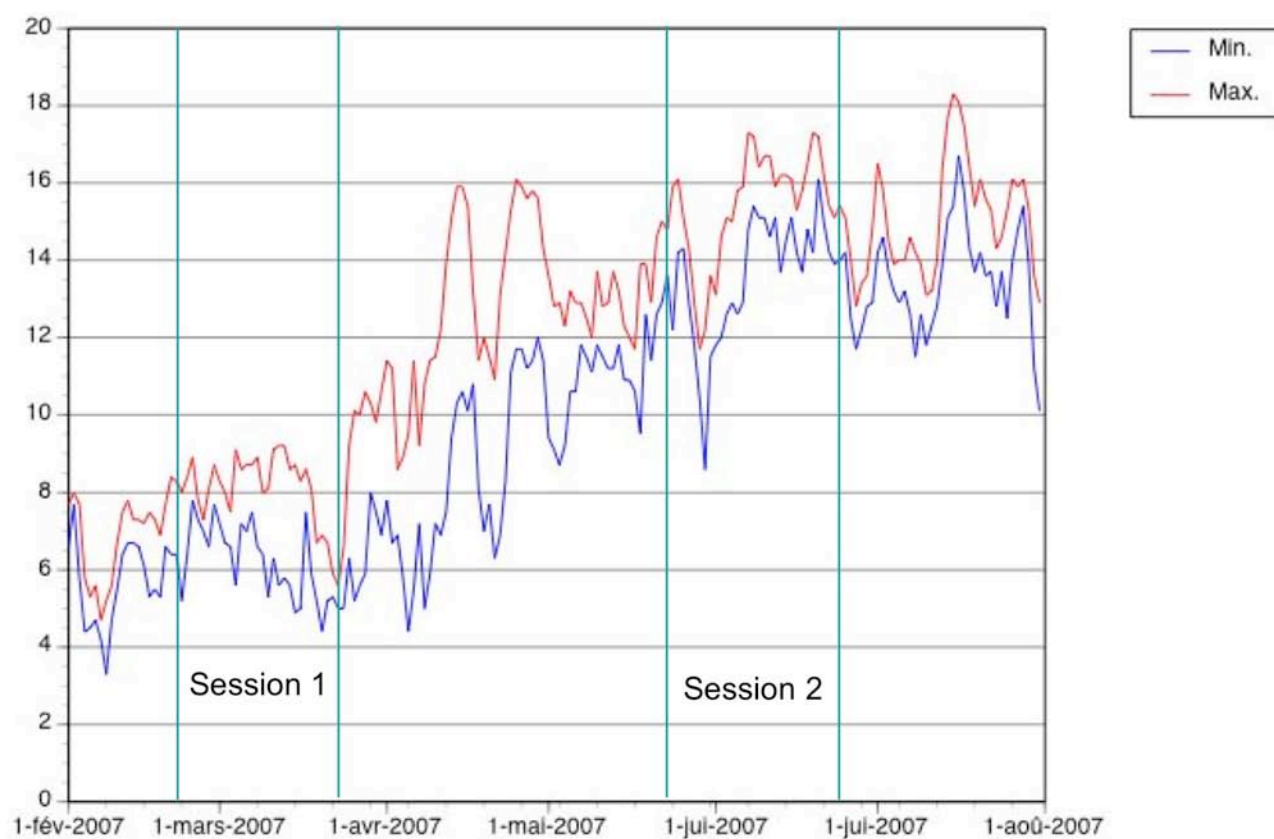
**Photo 8:** insertion d'un mini émetteur radio dans la cavité intrapéritonéale d'un chabot

#### **IV.4. Localisation des chabots par radio pistage**

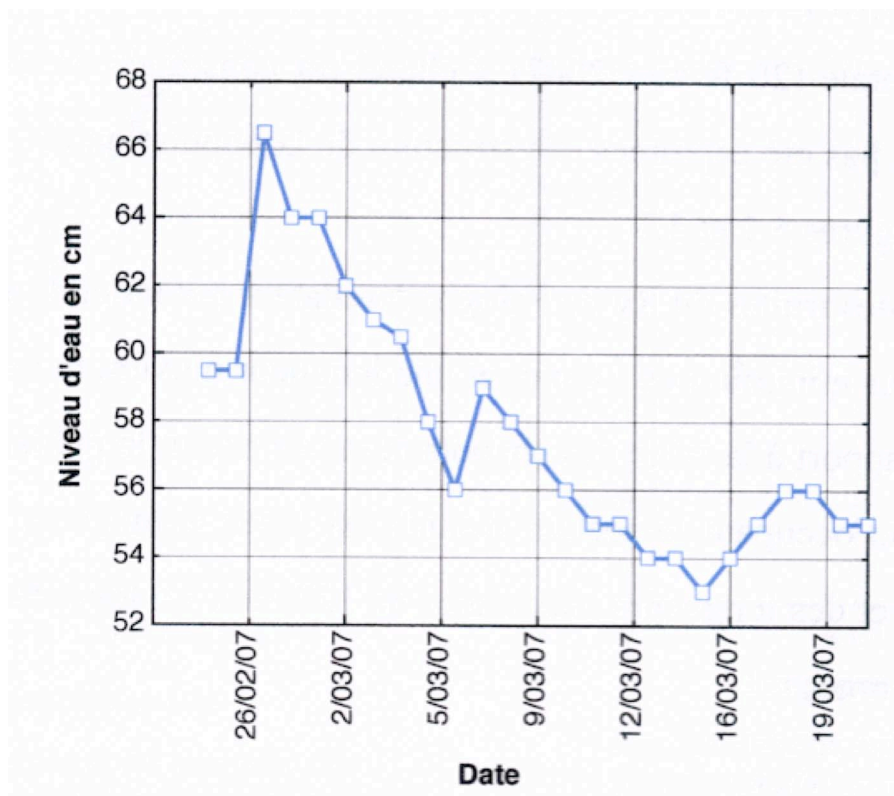
Les chabots ont été localisés quotidiennement au cours de sessions de 3 heures durant les 30 jours de la durée de vie des émetteurs, alternativement le matin entre 9h et 12h et l'après midi entre 14h et 17h. Un test méthodologique a permis de mettre en évidence que , dans le ruisseau de Falogne, la précision des localisations varie de quelques centimètres à maximum 1m.

#### **IV.5. Mesures de variables environnementales**

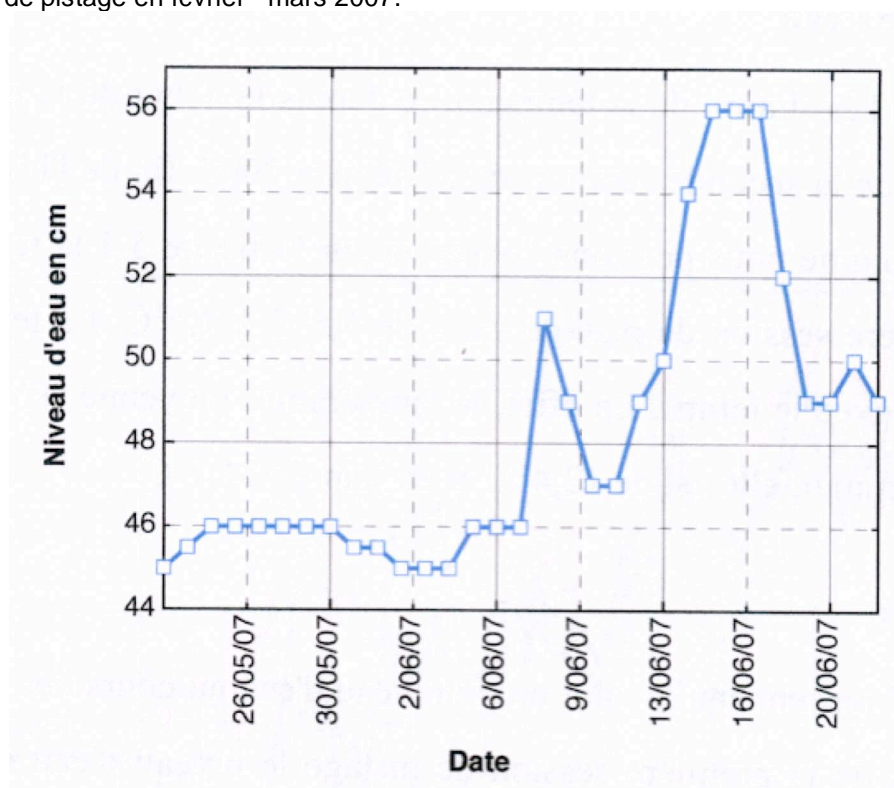
La température de l'eau est mesurée à un pas de temps horaire avec un enregistreur automatique (Onset<sup>TM</sup> tidBit Stow Away). Il n'existe pas de mesure de débit automatique dans le sous bassin du Fonds d'Oxhe, mais nous avons placé une échelle limnimétrique qui a été relevée quotidiennement avant le radio-pistage des chabots.



**Figure 13:** Evolutions des températures minimales et maximales journalières dans le ruisseau de Falogne entre le 1 février et le 1 août 2007 pendant les sessions de radio-pistage.



**Figure 14:** Evolution de la hauteur d'eau dans le ruisseau de Fologne au cours de la première session de pistage en février –mars 2007.



**Figure 15:** Evolution de la hauteur d'eau dans le ruisseau de Fologne au cours de la deuxième session de pistage en mai-juin 2007.

## **IV.5. Description des mouvements des chabots au cours des deux sessions de radio-pistage**

### IV.5.1. Session de l'hiver 2007

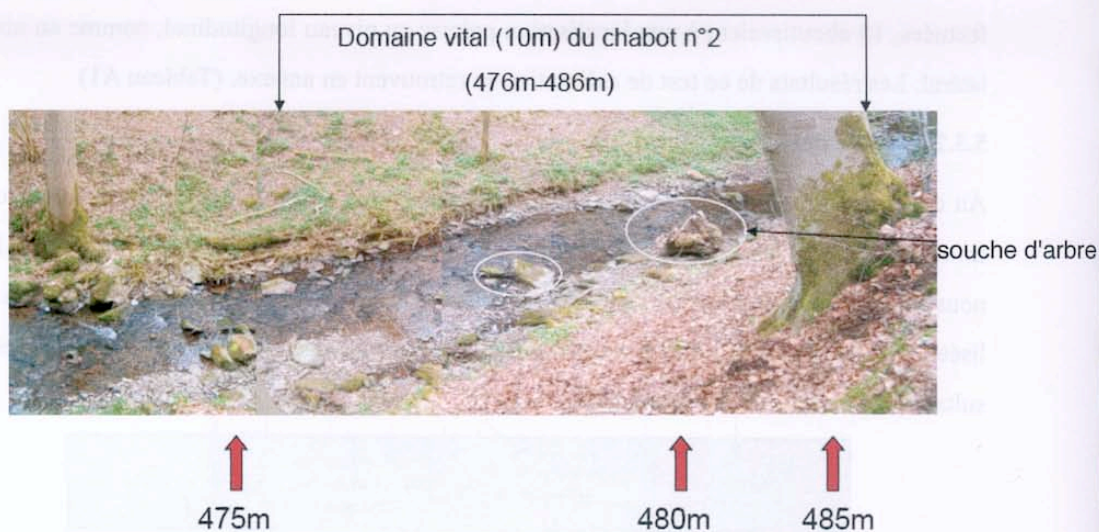
#### Chabot n°2

Le chabot n°2 a été capturé et relâché au niveau du secteur 475-480m. Au début du pistage, il est localisé à 480m près d'une souche d'arbre partiellement immergée qui lui permet probablement de s'abriter (planche 1, fig. A). Le 27 mars il est localisé à 486m. A partir du 2 mars et jusqu'à la fin du pistage (23/03/2007) le chabot n°2 se déplace au sein d'une zone qui s'étend de 478m à 483m. La souche d'arbre entourée de gros cailloux située entre 479m et 481m semble jouer le rôle d'abris., puisque le chabot y est localisée 74% du temps durant le mois complet de pistage. Les graphiques de distribution spatiale (planche 1, fig. C et D) suggèrent l'existence d'une gîte central situé à 480m autour duquel le chabot est retrouvé tout au long du pistage. Les excursions effectuées en amont et aval rayonnent autour de cette position centrale qui est régulièrement visitée.

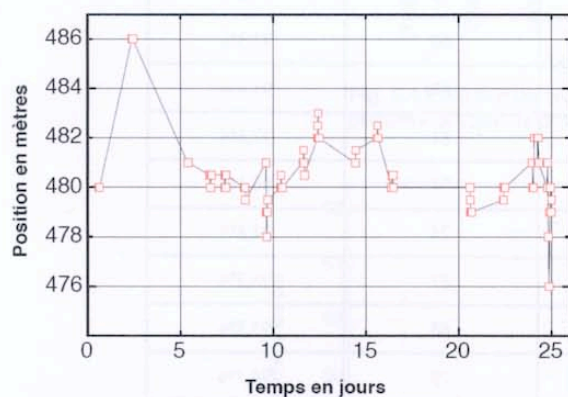
Au total, le domaine vital longitudinal du chabot n°2 est de 10m et s'étend de 476 à 486m et la distance totale parcourue est de 57 m.

#### Chabot n°3

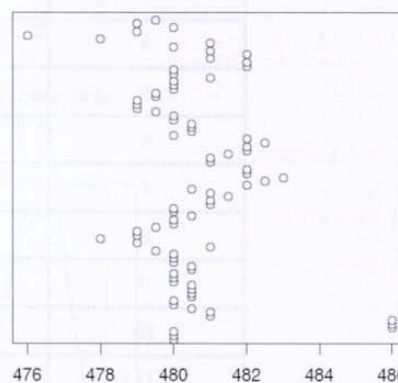
Ce chabot est capturé et relâché au niveau du secteur 555-560m. Lors de la première semaine de pistage, le chabot se retrouve essentiellement entre 561 et 562m et puis remonte lentement pour atteindre les 565-567m vers la fin de la session de pistage. Il apparaît sur la figure A de la planche 2 que l'habitat du chabot n°3 est parsemé de gros cailloux ou de souches d'arbre qui offre une belle variété d'habitats disponibles. Les graphiques de distribution (planche 2, fig. C et D) spatiale révèlent l'existence d'une zone préférentielle située entre 561m et 563m (53% des positionnements obtenus). On peut également observer qu'aucun mouvement vers l'aval au-delà de la zone préférentielle n'est effectué. Ce n'est qu'à partir du douzième jour de pistage que des excursions vers l'amont sont observées (maximum 4m), mais toujours accompagnées d'un retour au gîte.



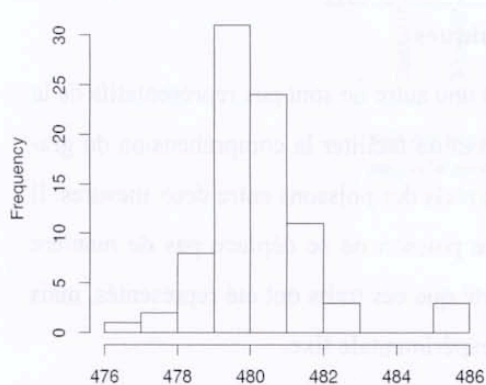
**Fig. A** Domaine vital du chabot n°2



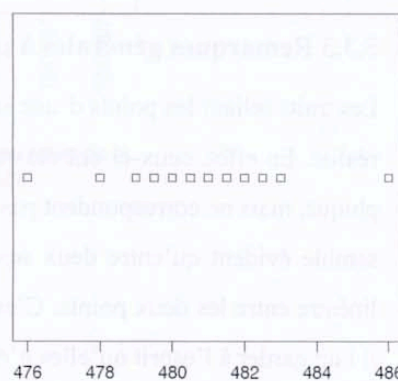
**Fig. B** Evolution de la position du chabot n°2 en fonction du temps en jours



**Fig. C** Représentation sous forme de dotchart de l'ensemble des localisations obtenues au cours du mois de pistage pour le chabot n°2



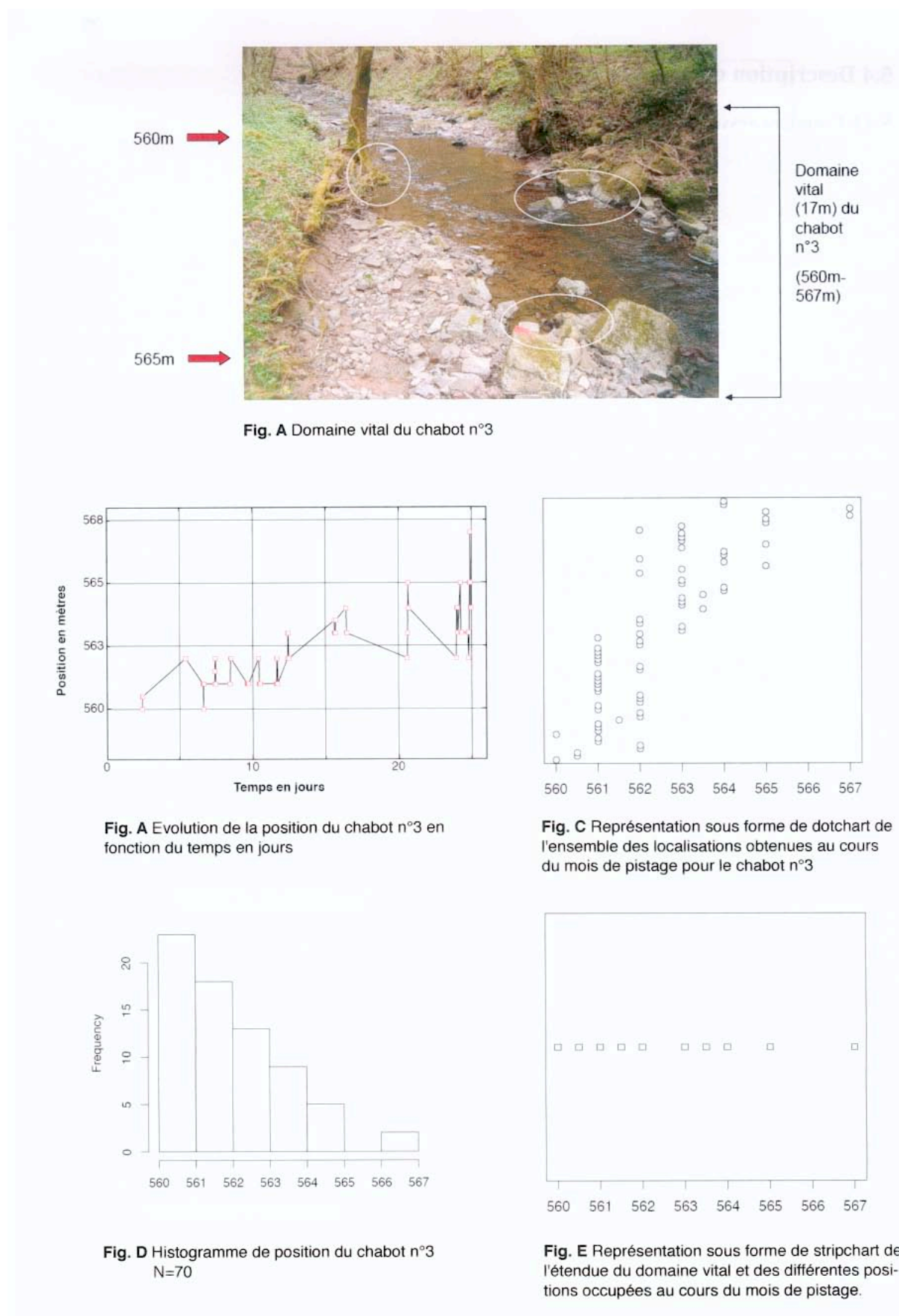
**Fig. D** Histogramme de position du chabot n°2



**Fig. E** Représentation sous forme de stripchart de l'étendue du domaine vital et des différentes positions occupées au cours du mois de pistage.

**Planche 1** : Indicateurs de mobilité du chabot n°2 radio-pisté dans le ruisseau de Falogne





**Planche 2** : Indicateurs de mobilité du chabot n°3 radio-pisté dans le ruisseau de Falogne

Pendant la durée du pistage, cet individu s'est déplacé au sein d'une zone s'étendant entre 560 et 567m, son domaine vital longitudinal est de 7m et il a parcouru une distance totale de 48m.

#### Chabot n°4

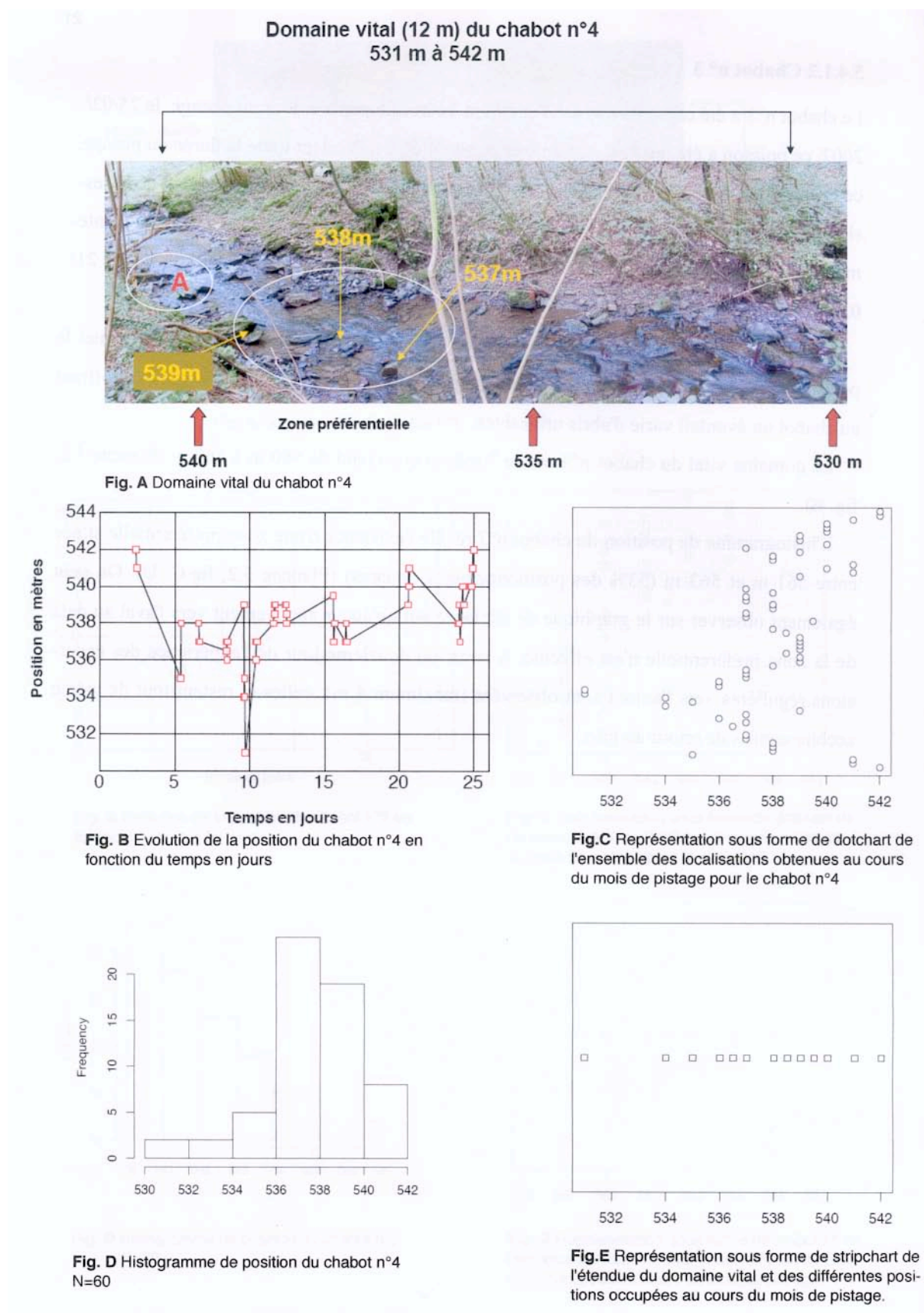
Le chabot n°4 a été capturé au niveau du secteur 535-540m. Le 27 février, il se déplace vers la zone 541-542m (planche 3, fig. A., zone A). Durant la session de pistage du 2 mars, il est retrouvé plus en amont entre 535 et 538m. A partir de cette date et jusqu'au 17 mars, ce chabot se déplace à l'intérieur d'une zone d'étendant entre 531 et 540m. Au sein de cette zone, les secteurs 537m, 538m et 539m qui ont été utilisés 60% du temps (planche 3 ; fig. C et D), les gros cailloux sont plus abondants qu'ailleurs. le 18 mars 2007, il se retrouve plus en amont à 541m et effectue des mouvements dans le secteur 537m-542m jusqu'au 21 mars 2007, fin du pistage. Les graphiques de distribution spatiale suggèrent l'existence d'un gîte central situé vers 538m. En début de pistage, la plupart des excursions sont effectuées vers l'aval, ce n'est qu'à partir du 21<sup>ème</sup> jour de pistage que des excursions sont effectuées vers l'amont.

Au total, le domaine vital longitudinal du chabot n°4 s'étend de 531m à 542m, soit 11m, et il a parcouru une distance totale de 63m.

#### Chabot n°5

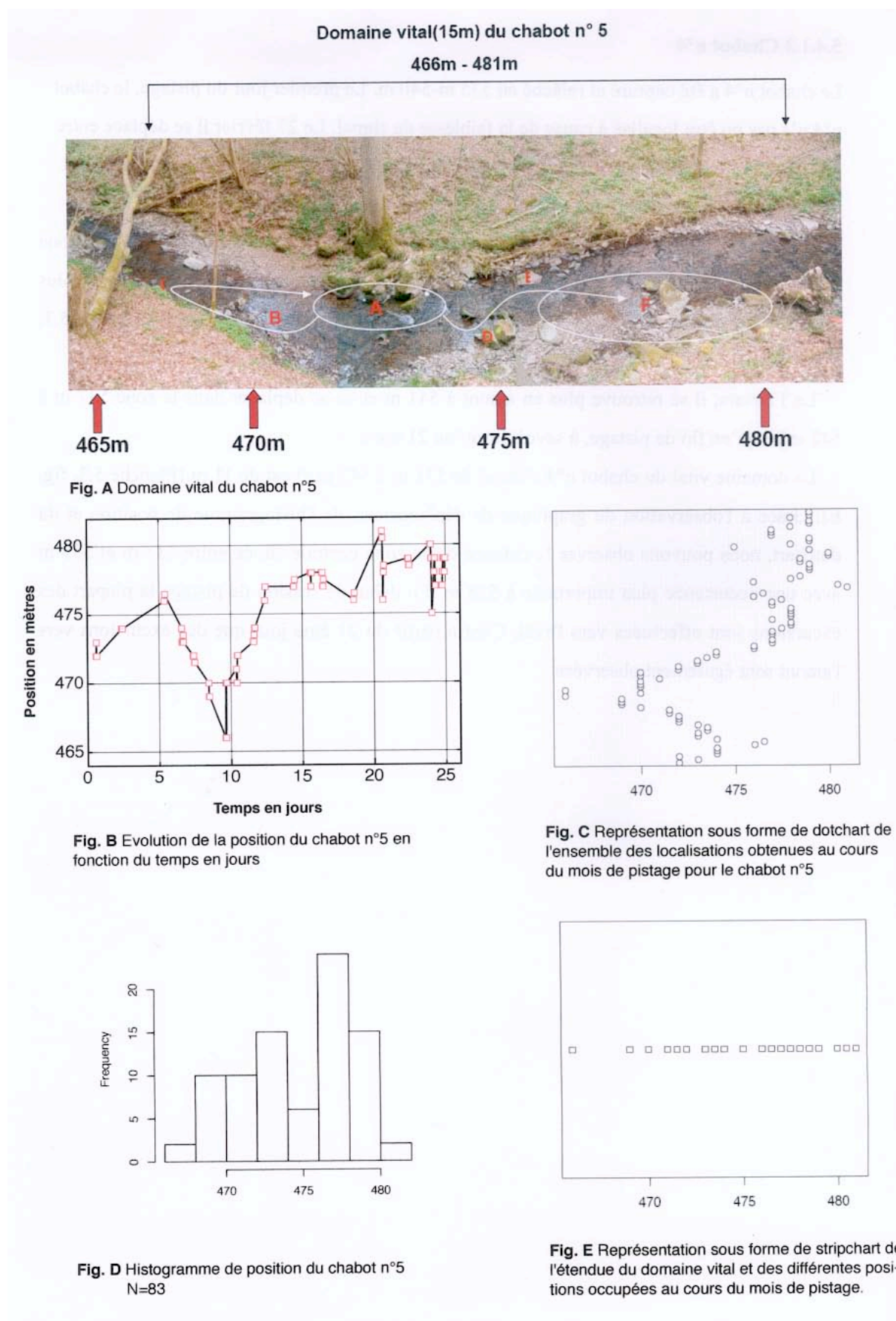
Le chabot n°5 a été capturé au niveau du secteur 465-470m. le premier jour de pistage (le 25/02/2007), il est localisé à 472m. Du 25 février au 4 mars 2007, il se déplace au sein d'une zone restreinte située entre 470m et 474m. Le 5 mars, il est localisé entre 469m et 470m puis redescend à 466m le 6 mars. Le 8 mars, il remonte vers 473-474m. Du 9 mars 2007 jusqu'à la fin du pistage, le chabot occupe un nouvel espace situé plus en amont entre 475 et 481m. Les graphiques de spatiale distribution (planche 4, fig. C et D) indiquent que le secteur 476-479m pourrait représenter un gîte central régulièrement revisité par ce chabot.

Sur la totalité du suivi, le chabot n°5 occupe un domaine vital longitudinal de 15m situé entre 466 et 481m. Il a parcouru une distance totale de 78m.



**Planche 3** : Indicateurs de mobilité du chabot n°4 radio-pisté dans le ruisseau de Falogne

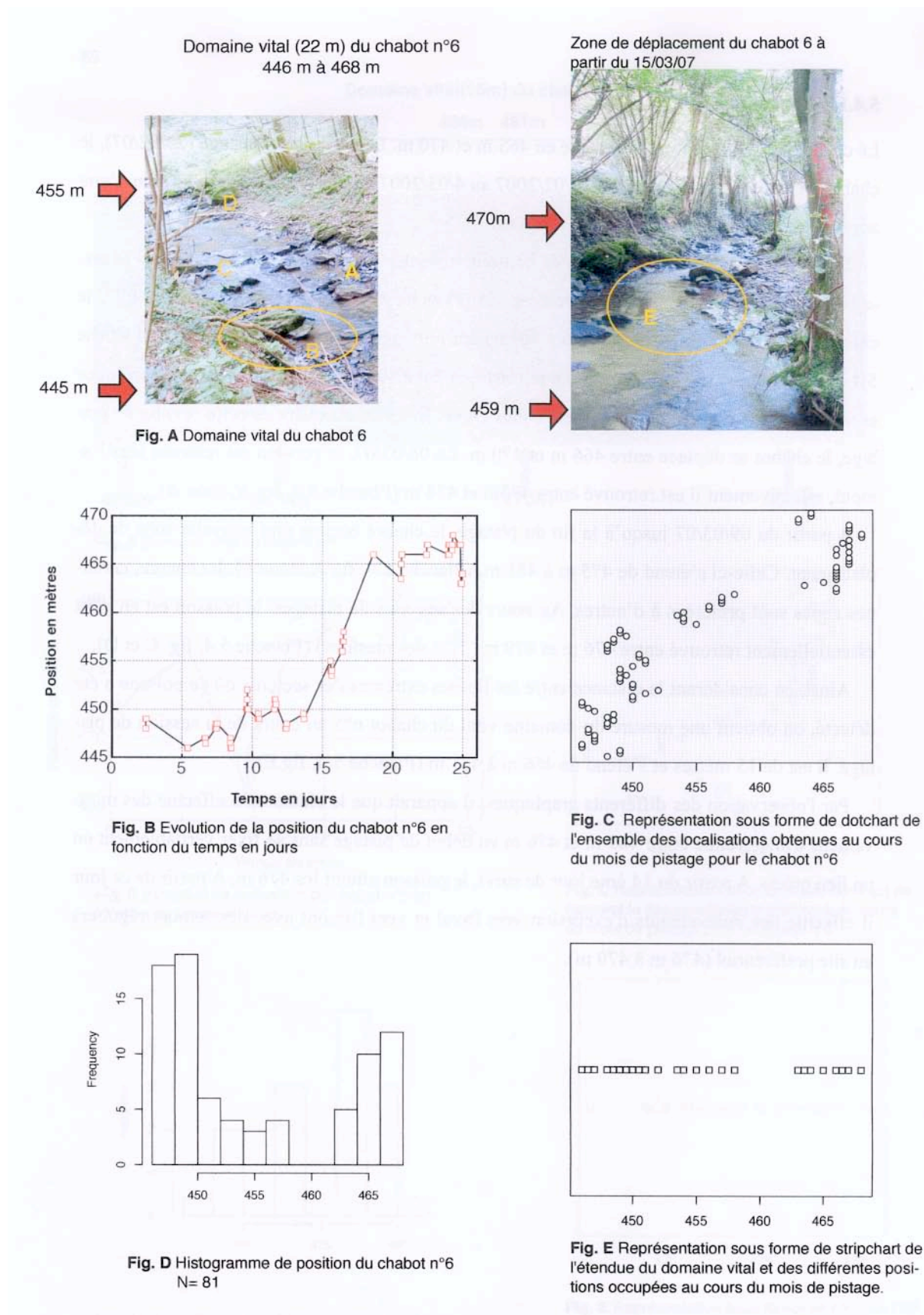




**Planche 4** : Indicateurs de mobilité du chabot n°5 radio-pisté dans le ruisseau de Falogne

### Chabot n°6

Le chabot n°6 est capturé dans la zone 470m-475m. Il est retrouvé à 468m le premier jour de pistage, ce qui correspond à un mouvement vers l'aval de 22m. De 2 au 5 mars 2007, il se déplace entre 446m et 449m, puis à 450m le 6 mars. Du 7 au 11 mars, il se déplace entre 448 et 452m. A partir du 14<sup>ème</sup> jour de suivi jusqu'à la fin du pistage, il effectue une remontée régulière qui se terminera à proximité de son site de capture. Sur la totalité du suivi, le domaine vital longitudinal du chabot n°6 est de 22m, et la distance totale parcourue est de 66m.



**Planche 5** : Indicateurs de mobilité du chabot n°6 radio-pisté dans le ruisseau de Falogne

#### IV.5.2. Session du printemps 2007

##### Chabot n°7

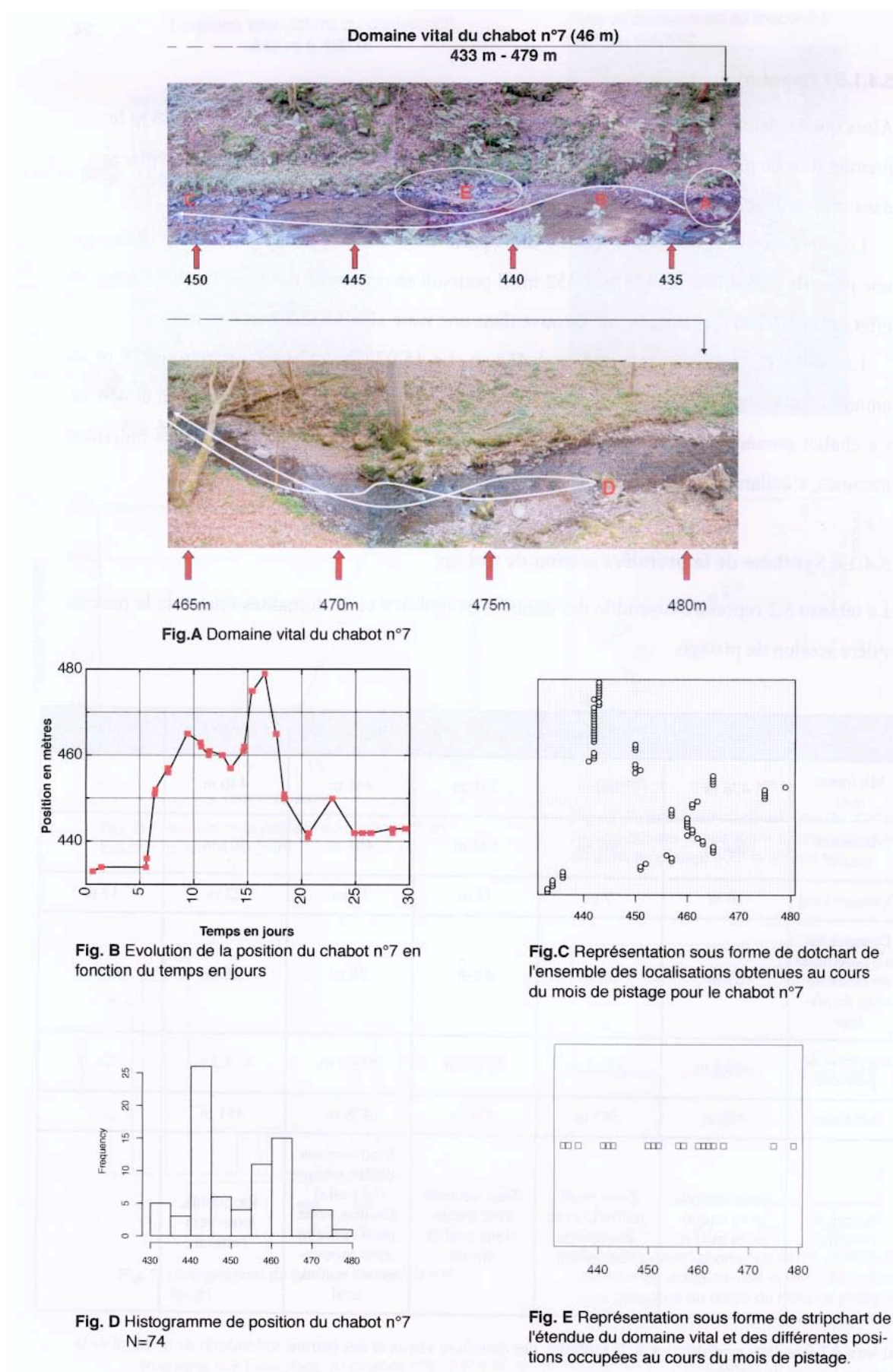
Le chabot n°7 est capturé entre 450m et 455m. Le premier jour de pistage, il est localisé à 433m (planche 6, fig.A). Les jours suivants, il effectue une remontée régulière que le mènera jusqu'à 465m le 2 juin 2007. Par après, le chabot n°7 se redéplace vers l'aval pour atteindre 457m le 6 juin 2007. Ensuite il remonte en quelques jours vers 480m (limite amont du domaine vital) et redescend ensuite pour atteindre les 441m le 13 juin 2007. Après une brève excursion le 15 juin, il redescend vers le secteur 441-442 m où il restera jusqu'à la fin du pistage. Les graphiques de distribution spatiale planche 6 ; fig. C et D) montrent que jusqu'au 20<sup>ème</sup> jour de pistage, ce chabot transite au sein de la rivière sans se fixer véritablement au sein d'une zone particulière. Ensuite le secteur 441-442 m est utilisé plus fréquemment.

Sur la totalité du suivi, le domaine vital longitudinal du chabot N°7 est de 46m, avec une distance totale parcourue de 126m.

##### Chabot n°8

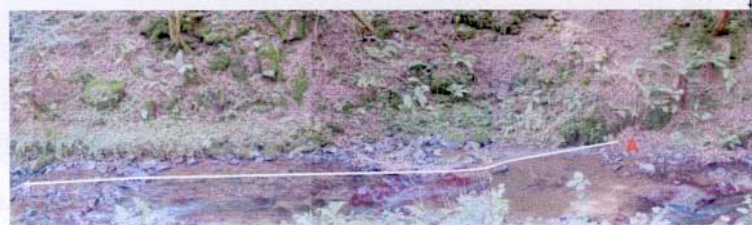
Le chabot n°8 est capturé dans le secteur 435-440m. Le premier jour de pistage, il est localisé à 436m. Les deux jours suivants, il effectue une remontée rapide de 26m pour atteindre le secteur 482m. Du 29 au 31 mai, il effectue des mouvements réguliers dans la zone 474m-481m. Le 2 juin, il est à 466m, puis à 454m le jour suivant puis revient à 465m le 4 juin 2007. Le 5 juin, il est localisé à 473m, puis 10m plus bas à





**Planche 6** : Indicateurs de mobilité du chabot n°7 radio-pisté dans le ruisseau de Falogne

**Domaine vital (46 m) du chabot n°8  
(436 m - 482 m)**



450

445

440

435



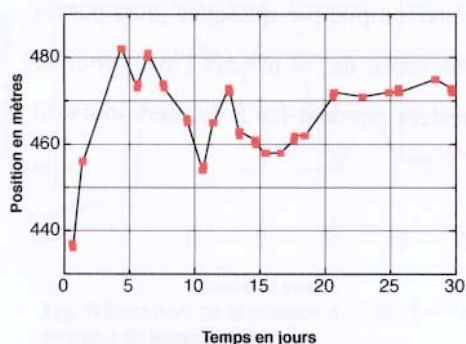
465m

470m

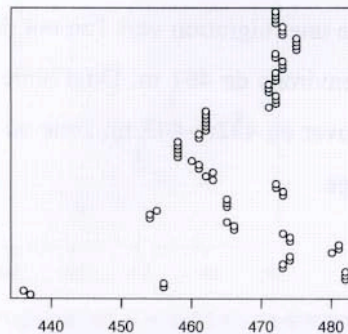
475m

480m

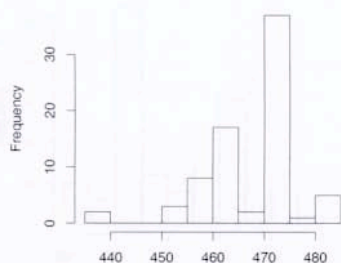
**Fig.A** Domaine vital du chabot n°8



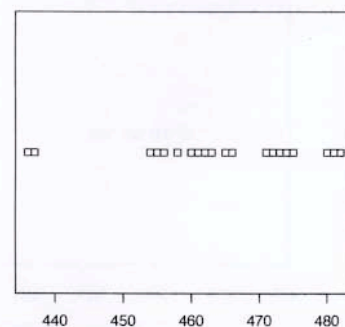
**Fig.B** Evolution de la position du chabot n°8 en fonction du temps en jours



**Fig. C** Représentation sous forme de dotchart de l'ensemble des localisations obtenues au cours du mois de pistage pour le chabot n°8



**Fig.D** Histogramme de position du chabot n°8  
N= 74



**Fig.E** Représentation sous forme de stripchart de l'étendue du domaine vital et des différentes positions occupées au cours du mois de pistage.

463 m le 6 juin. Entre le 7 juin et le 12 juin 2007, il se déplace entre 458m et 462m. A partir du 13 juin jusqu'à la fin du pistage, il est localisé dans le secteur 471-475m. L'analyse des graphiques de distribution spatiale planche 7 ; fig. C et D) révèle la présence d'une zone refuge central située à 472m-473m. Un certain nombre d'excursions sont effectuées vers l'amont et l'aval avec un retour régulier vers ce site.

Sur la totalité du suivi, le domaine vital longitudinal du chabot n°8 est de 46m, avec une distance totale parcourue de 149m.

#### Chabot n°9.

Le chabot n°9 est capturé dans le secteur 555m-560m. Le premier jour de pistage, il est localisé à 559m. Du 25 au 28 mai 2007, il effectue un mouvement vers l'aval pour atteindre le secteur 550m. Dès le lendemain, il effectue une remontée de 2m ? A partir du 1 juin 2007, il n'effectue plus le moindre mouvement. Le chabot est probablement mort, mais son émetteur ne sera jamais retrouvé.

#### Chabot n°10

Le chabot n°10 est capturé au niveau du secteur 555m-560m. Les premiers jours de pistage, le signal de l'émetteur était extrêmement faible et ne permettait pas une localisation précise avant le 28 mai 2007, date à laquelle il est localisé à 575m, soit 15m plus en amont que son site de capture. Du 29 mai au 3 juin, il reste dans le secteur 569m-571m. Il entame alors un mouvement vers l'aval de 5 jours vers le secteur 560m qui constitue la limite aval de son domaine vital longitudinal. Il repart vers l'amont pour atteindre le secteur 566m le 8 juin 2007. Après quelques allers-retours entre 566m et 565m, il redescend à 561m le 13 juin 2007. Il reste ensuite entre les secteurs 561m-563m jusqu'à la fin du pistage. Les graphiques de distribution spatiale planche 9 ; fig. C et D) suggèrent que le chabot n°10 s'abrite préférentiellement dans le secteur 562m et réalise fréquemment des excursions vers l'amont et l'aval.



Sur la totalité du suivi, le domaine vital longitudinal du chabot n°10 est de 15,5m, avec une distance totale parcourue de 43m.



Fig. A Localisation du chabot n°9

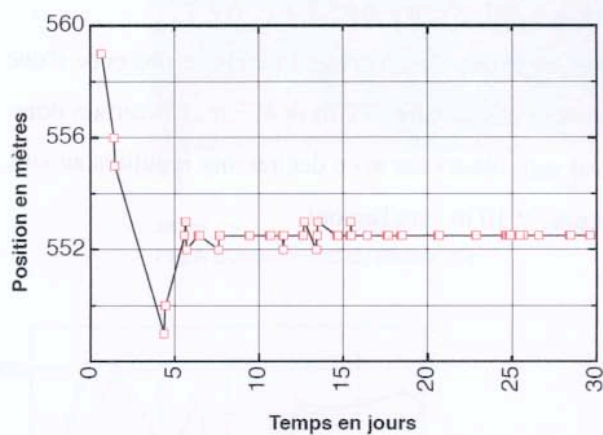


Fig. B Evolution de la position du chabot n°9 en fonction du temps en jours

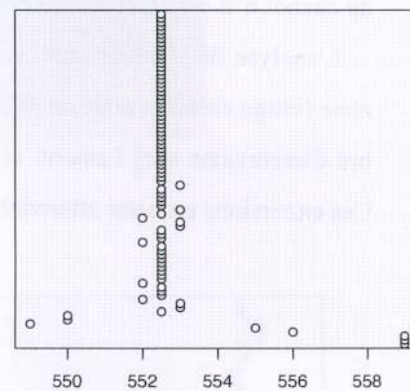


Fig. C Représentation sous forme de dotchart de l'ensemble des localisations obtenues au cours du mois de pistage pour le chabot n°9

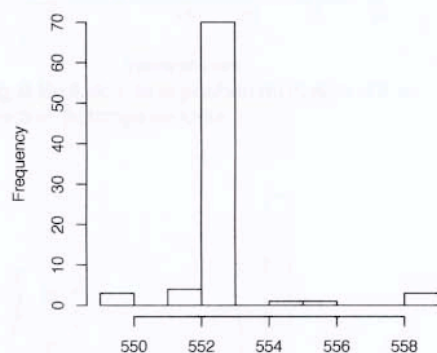


Fig. D Histogramme de position du chabot n°9. N= 82

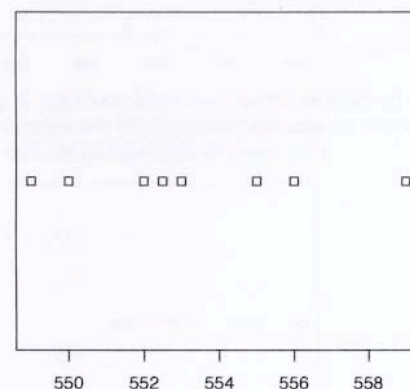
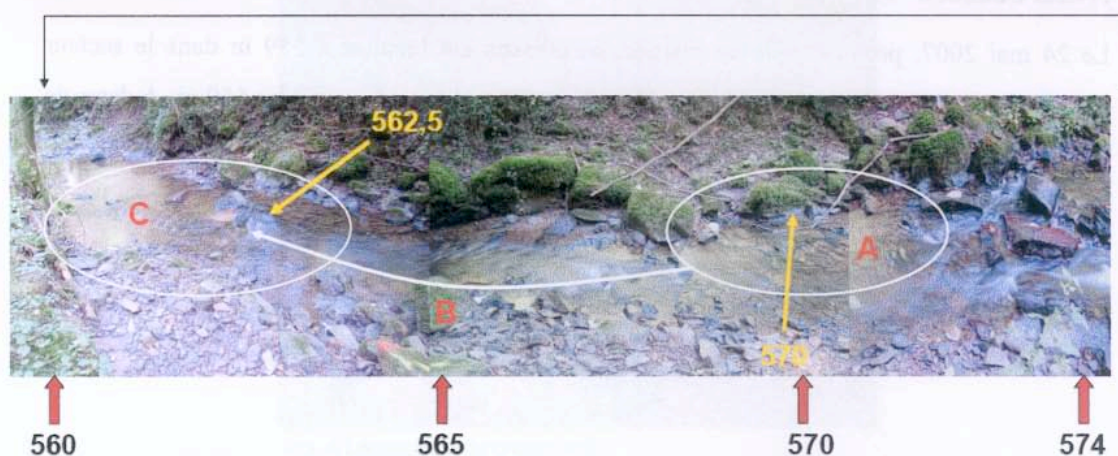


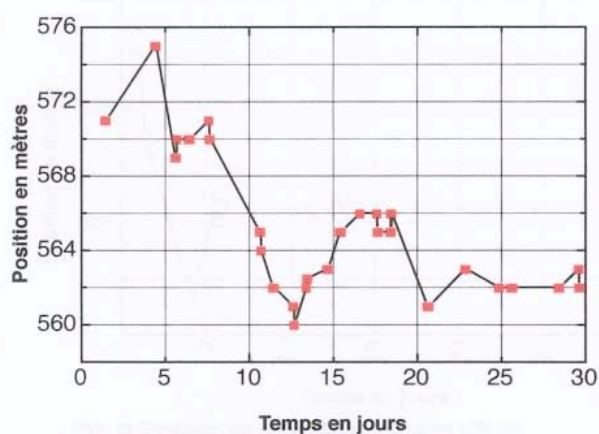
Fig. E Représentation sous forme de stripchart de l'étendue du domaine vital et des différentes positions occupées au cours du mois de pistage.



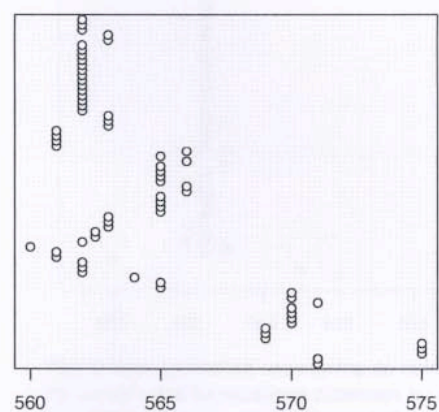
**Domaine vital (15,5m) du chabot n°10  
560m-575,5m**



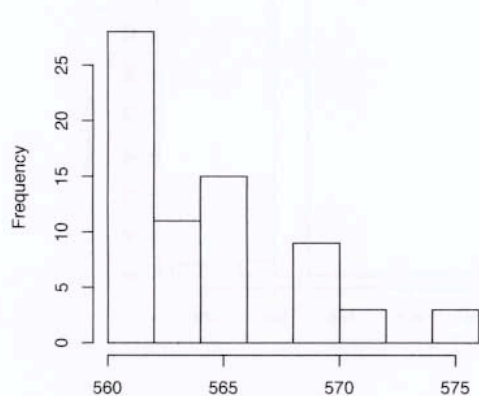
**Fig. A** Domaine vital du chabot n°10



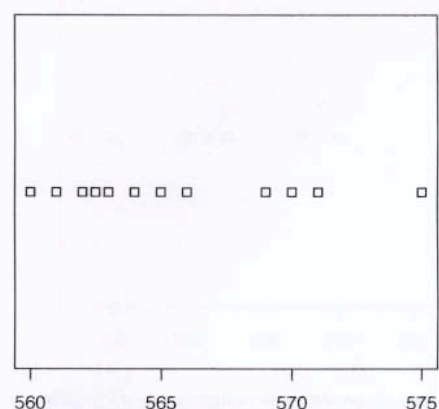
**Fig.B** Evolution de la position du chabot n°10 en fonction du temps en jours



**Fig.C** Représentation sous forme de dotchart de l'ensemble des localisations obtenues au cours du mois de pistage pour le chabot n°10



**Fig.D** Histogramme de position du chabot n°10  
N=68



**Fig.E** Représentation sous forme de stripchart de l'étendue du domaine vital et des différentes positions occupées au cours du mois de pistage.

**Planche 9** : Indicateurs de mobilité du chabot n°10 radio-pisté dans le ruisseau de Falogne

Le graphique ci-dessous illustre la position d'un objet en mouvement rectiligne en fonction du temps. L'axe des ordonnées (Position) est gradué de 568 à 580. L'axe des abscisses (Temps en jours) est gradué de 0 à 30. La courbe montre une variation de position qui n'est pas linéaire, caractéristique d'un mouvement accéléré.

Temps (jours)	Position
2	579
4	580
5	581
6	579
7	578
8	575
9	574
10	574
11	571
12	569
13	574
14	574
15	574
16	578
17	578
18	578
19	577
20	577
21	576
22	575
23	572
24	571
25	570
26	571
27	572
28	571
29	570
30	570

A histogram showing the frequency of the number of children per family. The x-axis is labeled with values 570, 572, 574, 576, 578, and 580. The y-axis is labeled 'Frequency' and ranges from 0 to 15. The bars represent the following frequencies: 570 has a frequency of 12, 571 has a frequency of 15, 572 has a frequency of 2, 573 has a frequency of 3, 574 has a frequency of 15, 575 has a frequency of 2, 576 has a frequency of 5, 577 has a frequency of 7, 578 has a frequency of 11, 579 has a frequency of 1, and 580 has a frequency of 5.

Days since start of study (X)	Days since last observation (Y)
570	0
571	0
572	0
573	0
574	0
575	0
576	0
578	10
579	10
580	10
581	10

**Fig. E** Représentation sous forme de stripchart de l'étendue du domaine vital et des différentes positions occupées au cours du mois de pistage.

## Chabot n°11

Le chabot n°11 est capturé dans le secteur 575m-580m. le premier jour de pistage, il est retrouvé à 579m (planche 10, fig. A). Il remonte de 2m en deux jours vers le secteur 581m (limite amont de son domaine vital longitudinal). Il redescend ensuite progressivement vers le secteur 574m-575m où il arrive le 1 juin 2007 et où il reste jusqu'au 7 juin 2007. Par après, il se redéplace vers l'amont pour arriver au secteur 579m où il reste 3 jours. A partir du 10 juin et jusqu'au 13 juin 2007, il redescend vers le secteur 575m puis continue son mouvement vers l'aval jusque 569m. Ensuite, jusqu'à la fin des localisations, il voyage entre 571m et 573m. Les graphiques de distribution spatiale planche 10 ; fig. C et D) suggèrent que le chabot n°11 occupe préférentiellement deux gîtes situés à 572m et 575m

Sur la totalité du suivi, le domaine vital longitudinal du chabot n°11 est de 11m, avec une distance totale parcourue de 40m.

### **IV.6. Synthèse des observations réalisées au cours des sessions de pistage**

Le tableau 7 présente un bilan de la mobilité des chabots radio-pistés en hiver et au printemps.

<b>Chabot n°</b>	<b>Session</b>	<b>Longueur (mm)</b>	<b>Poids (mm)</b>	<b>Domaine vital longitudinal (m)</b>	<b>Distance parcourue (m)</b>
2	Hiver	122	35,4	10	57
3	Hiver	122	29,7	7	48
4	Hiver	126	28,2	11	63
5	Hiver	115	24,9	15	78
6	Hiver	127	24,2	22	66
7	Printemps	119	20,3	46	126
8	Printemps	116	20,3	46	149
9	Printemps	115	19,6	10	22
10	Printemps	107	20,7	15,5	43
11	Printemps	117	21,3	11	40

**Tableau 7** : Synthèse des indicateurs de mobilité chez les 10 chabots radio-pistés dans le ruisseau de Falogne en hiver et au printemps 2007

Le radio-pistage de 10 chabots >10 cm de fin-février à fin juin 2007 a mis en évidence des déplacements globalement assez faibles correspondant à des domaines vitaux de 7-46 m et en moyenne de 19,3 m. Cette faible mobilité s'inscrit dans celle révélée par les études de marquage-recapture (fig 10), à cela près qu'aucun poisson radio-pisté n'a effectué des déplacements aussi longs que certains sujets simplement marqués. Cette discordance peut provenir du fait que le radio-pistage a porté sur un échantillon de seulement 10 chabots qui avait donc une forte probabilité d'être des individus sédentaires peu mobiles. De plus, les sessions de radio-pistage étaient assez courtes et n'ont certainement pas permis l'expression de toute la gamme des comportements de mobilité individuelle. Enfin, la période d'étude de fin février à fin juin 2007 a été caractérisée par des conditions exceptionnelles de bas niveaux d'eau et de débits, ce qui n'a certainement pas favorisé la mobilité des poissons qui ont eu tendance à rester à l'abri dans leurs gîtes et à se déplacer entre ceux-ci

## V. EVALUATION DES CAPACITÉS DE FRANCHISSEMENT DE SEUILS PAR LES CHABOTS

---

### V.1. Introduction

Les résultats des chapitres III et IV ont montré que, même si on ne peut pas le qualifier de « migrateur », le chabot est une espèce qui montre une aptitude et un besoin à se déplacer dans son milieu sur des distances non négligeables. Le chabot ne doit plus être considéré comme une espèce généralement inféodée à un ou deux gros blocs dans un secteur restreint de rivière de dimension très limitée. Dans ce contexte, il paraît important de mieux connaître ses aptitudes à franchir des petits seuils afin de lui permettre de circuler librement dans son milieu. Si les capacités de franchissement des truites (*Salmo trutta*) et des ombres (*Thymallus thymallus*) et des cyprinidés rhéophiles commencent à être relativement bien connues (Ovidio et al., 2007 a et b), il n'en est pas de même pour les espèces benthiques de petites tailles.

Pour Utzinger et al. (1998), les chabots sont incapables de franchir des seuils verticaux dont la différence de niveau entre l'amont et l'aval est supérieure à 20 cm. L'objectif de cette étude est d'apprécier les aptitudes du chabot à franchir des petits seuils de configuration variable.

### V.2. Sites d'études et méthodologies employées

Les recherches ont principalement été réalisées dans le ruisseau du Fonds d'Oxhe (Ry d'Oxhe et Ry de Falogne) et dans le Ry de Mosbeux (affluent de la Vesdre à Trooz). Certaines informations sur les franchissements ont été enregistrés au cours des études par marquage-recapture sur la mobilité des chabots réalisées dans le fond d'Oxhe et présentées au chapitre III. En parallèle, d'autres sites ont été sélectionnés dans le Ry de Falogne et le Ry de Mosbeux pour étudier plus spécifiquement le franchissement de petits seuils. Sur ces sites spécifiques nous avons combiné le marquage de chabots capturés en aval des obstacles, mais également de chabots capturés en amont des obstacles et ensuite déplacés vers l'aval pour tenter de provoquer leur migration vers l'amont en stimulant leur

comportement de homing. Pour plus de facilité, les méthodologies employées et résultats sont présentés obstacle par obstacle. Pour cette première étude sur les capacités de franchissement des chabots, nous avons sélectionnée des obstacles de petites dimensions, mais de configurations variables. Ces obstacles sont présentés individuellement aux pages 55 à 66.

Le tableau 8 présente en détail le nombre de chabots marqués pour la réalisation de l'étude

Site	Obstacles	N chabots	Période de marquage
Ri de Falogne	Fal 01	45	Juillet 2007
	Fal 02	48	Juillet 2007
	Secteur marquage-recapture	> 1000*	Fév 2006-mars 2007
	Fal 03	* 105 13	Fév 2006-mars 2007 Juillet 2007 Septembre 2007
Ruisseau d'Oxhe	Secteur marquage-recapture	> 1000*	Fév 2006-mars 2007
	Oxhe 02	*	Fév 2006-mars 2007
	Oxhe 03	*	Fév 2006-mars 2007
	Oxhe 04	*	Fév 2006-mars 2007
	Oxhe 05	*	Fév 2006-mars 2007
	Oxhe 06	*	Fév 2006-mars 2007
Ri de Mosbeux	Mos 09	132	Septembre 2007
	Mos 10	105	Septembre 2007
	Mos 11	120	Mai 2007
	Mos 12	170	Juin 2007

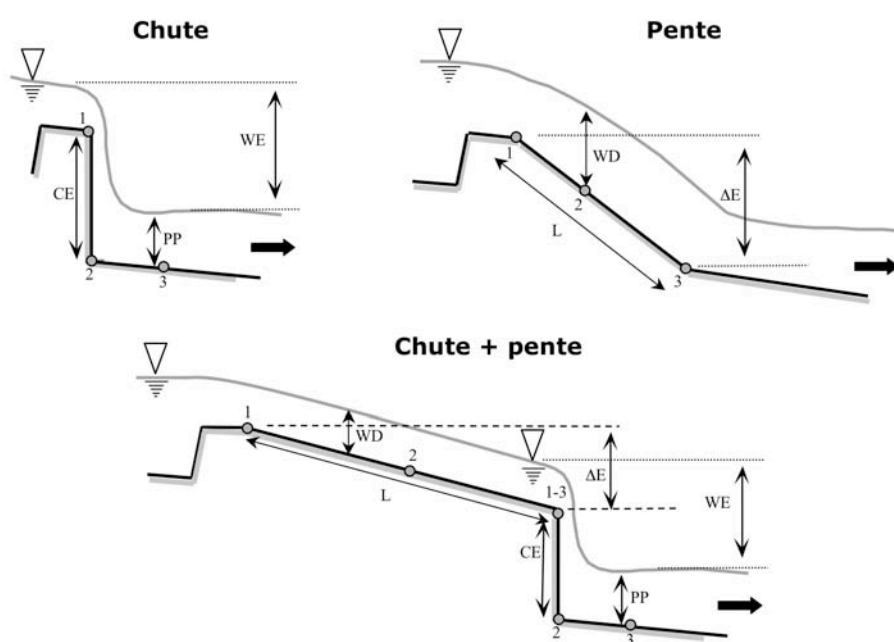
**Tableau 8 :** Détail du nombre de chabots marqués pour la réalisation de l'étude sur les franchissements d'obstacles. Les barrages marqués d'une \* (Fal 03 et Oxhe 01 à 05 ) sont situés en amont des deux secteurs d'étude intensive de la mobilité par marquage-recapture. La franchissabilité des obstacles dans l'Oxhe (Oxhe 02-05) n'a pas fait l'objet de tests de marquages supplémentaires mais cela a été fait pour l'obstacle Fal03 apparemment infranchissable dans le Falogne.



### V.3. Mesures des caractéristiques des obstacles

Au cours de la convention « Définition de bases biologiques et éco-hydrauliques pour la libre circulation des poissons dans les cours d'eau non navigables de Wallonie », le LDPH a développé une méthodologie simple et standardisée de description d'obstacles physiques (Ovidio et al., 2007 a et b) pour plus de détails.

Les variables physiques qui doivent être prises en considération sont présentées à la figure 16.



**Figure 16:** Description des caractéristiques morphologiques des obstacles en vue longitudinale latérale. Les points de mesure doivent être situés sur trois sections transversales principales (points 1-3 sur la vue longitudinale) pour mesurer, pour une chute verticale, la dénivellation de l'eau (WE), la hauteur de la crête du barrage (CE) et la fosse en aval (PP) et, pour un plan incliné, la hauteur de la lame d'eau (WD), la longueur (L) et la dénivellation ( $\Delta E$  pour calculer la pente). Un ou plusieurs points de mesure ont été choisis pour décrire l'hétérogénéité de chaque section transversale.

### V.3. Résultats

#### V.3.1. Obstacles dans le Ry de Falogne

##### Obstacle n°1 (Fal 1)



##### Configuration de l'obstacle

Obstacle en pente. Seuil de stabilisation du lit sous un pont routier

Secteur	Longueur de la pente	pente	Lame d'eau
A	96 cm	17%	4 cm
B	65 cm	18,9%	2 cm

##### Franchissement observé

Taille du chabot (mm) : 117



## Obstacle n°2 (Fal 2)



### Configuration de l'obstacle

Obstacle de type chute. Enrochement artificiel de stabilisation du lit par STP Liège

Secteur	Déivellation de l'eau	Hauteur de la crête	Fosse en aval
A	12,1 cm	14,9 cm	11 cm
B	23,6 cm	33,6 cm	16 cm

### Franchissement observé

Taille du chabot (mm) : 77

### Obstacle n°3 (Fal 3)



### Configuration de l'obstacle

Obstacle de type chute. Banc de schiste naturel peut-être retaillé anciennement

Secteur	Déivellation de l'eau	Hauteur de la crête	Fosse en aval
A	34 cm	30 cm	6 cm
B	44 cm	78 cm	42 cm

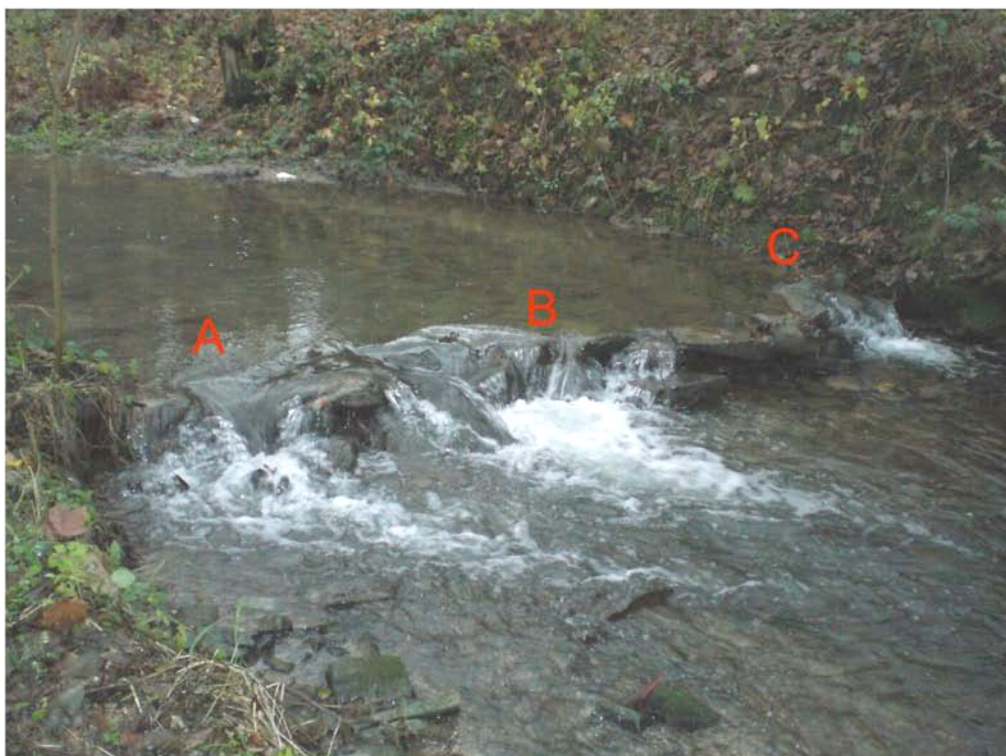
### Franchissements observés

**PAS DE FRANCHISSEMENT**



### V.3.1. Obstacles dans le Ry d'Oxhe

#### Obstacle n°4 (Oxh1)



#### Configuration de l'obstacle

Obstacle de type chute. Petit barrage artificiel de pêcheur en enrochements

Secteur	Déivellation de l'eau	Hauteur de la crête	Fosse en aval
A	6,8 cm	7,8 cm	14 cm
B	27,7 cm	45,7 cm	26 cm
C	15,6 cm	18,6 cm	22 cm

#### Franchissements observés

Tailles des n=22 chabots (mm) : 59-66-70-73-75-78-79-81-82-82-83-83-84-85-87-88-88-88-93-93-94-94-97.

### Obstacle n°5 (Oxh 2)



### Configuration de l'obstacle

Obstacle de type chute. Petit barrage artificiel de pêcheur en enrochements

Secteur	Déivellation de l'eau	Hauteur de la crête	Fosse en aval
A	14,8 cm	18,8 cm	17 cm
B	19,3 cm	21,3 cm	25 cm
C	27,7 cm	28,2 cm	12 cm

### Franchissements observés

Tailles des n= 9 chabots (mm) : 78-83-83-84-85-88-93-94-97

### Obstacle n°6 (Oxhe3)



### Configuration de l'obstacle

Obstacle de type chute. Petit barrage de pêcheur en enrochements

Secteur	Déivellation de l'eau	Hauteur de la crête	Fosse en aval
A	26,5 cm	39,5 cm	23 cm
B	16 cm	28 cm	20 cm
C	24,4 cm	29,4 cm	14 cm

### Franchissements observés

Tailles des n=9 chabots (mm) : 78-83-83-84-85-88-93-94-97



### Obstacle n°7 (Oxhe 4)



### Configuration de l'obstacle

Obstacle de type chute. Petit barrage artificiel de pêcheur en enrochements

Secteur	Déivellation de l'eau	Hauteur de la crête	Fosse en aval
A	16,2 cm	27,2 cm	11 cm
B	25,1 cm	24,1 cm	38 cm
C	20,4 cm	38,4 cm	28 cm

### Franchissements observés

Tailles des n=8 chabots (mm) : 78-83-83-85-88-93-94-97

### Obstacle n°8 (Oxhe 5)



### Configuration de l'obstacle

Obstacle de type chute. Petit barrage artificiel de pêcheur en enrochements

Secteur	Déivellation de l'eau	Hauteur de la crête	Fosse en aval
A	34,9 cm	54,9 cm	28 cm
B	30 cm	43,8 cm	32 cm

### Franchissements observés

Tailles des n=2 chabots (mm) : 87-97



### V.3.1. Obstacles dans le Ry Mosbeux

#### Obstacle n°9 (Mos 9)



Obstacle de type chute. Seuil artificiel en rondins de stabilisation du lit

Secteur	Déivellation de l'eau	Hauteur de la crête	Fosse en aval
A	42 cm	80 cm	46 cm
B	42 cm	72 cm	36 cm
C	39 cm	66 cm	26 cm

**PAS DE FRANCHISSEMENT**

### Obstacle n°10 (Mos 10)



Obstacle de type chute. Petit barrage ancien en pierre.

Secteur	Déivellation de l'eau	Hauteur de la crête	Fosse en aval
A	49,6 cm	91 cm	52 cm
B	51 cm	128 cm	81 cm
C	51 cm	102 cm	45 cm

**PAS DE FRANCHISSEMENT**



### Obstacle n°11 (Mos 11)



### Configuration de l'obstacle

Obstacle de type pente. Petit barrage ancien de retenue pour alimenter un étang

Secteur	Longeur de la pente	pente	Dénivellation	Lame d'eau
A	2,4 m	21,6%	52cm	1cm
B	1,9 m	23,1%	44cm	3cm
C	1,6 m	32,5%	52cm	6cm

NB : l'accumulation des blocs de pierre en oblique sur le barrage crée une sorte de passe à poissons en écharpe

### Franchissements observés

Tailles des n=11 chabots (mm) : 65-70-70-73-75-76-77-80-85-99-114 (dont 7 marqués en amont et déplacés en aval)

### Obstacle n°12 à Gomzée (Mos 12)



### Configuration de l'obstacle

Obstacle de type chute. Banc naturel de schiste

Secteur	Déivellation de l'eau	Hauteur de la crête	Fosse en aval
A	36	50	14
B	15	20	5

NB : la chute de l'eau sur le rocher en rive droite forme une sorte de petite rampe que le chabot peut remonter

### Franchissements observés

Tailles des n=9 chabots (mm) : **60-67-68-72-78-78-81-104-104**

## VI. DISCUSSION DES RESULTATS DES CHAPITRES III-V

---

### VI.1. Marquage individuel des chabots : aspects méthodologiques

La réalisation d'études sur la mobilité et les capacités de franchissement d'obstacles chez des petites espèces de poissons comme le chabot nécessite l'utilisation de techniques de marquage inoffensives avec un haut taux de rétention. Bruyndoncx et al (2002) et Knaepkens et al (2007) ont démontré les marques passives de type « Pit-Tag » sont tout à fait adaptées à être utilisées chez le chabot. Elles ont l'avantage d'avoir une durée de vie illimitée et leur faible poids permet de les utiliser chez des individus d'un poids  $\geq 3,2\text{g}$ .

Par contre, la biotélémétrie n'avait jamais été utilisée jusqu'à présent chez cette espèce. L'insertion d'un radio-émetteur dans la cavité intrapéritonéale d'un chabot pourrait avoir un caractère invasif si des précautions d'usage ne sont pas prises lors du marquage. Pour cette étude, nous avons utilisé des émetteurs radio d'un poids de 0,5g, ce qui nous a permis d'obtenir un ratio « poids de l'émetteur/poids du poisson » inférieur à 2,55% qui répond largement aux recommandations de la littérature internationale en la matière (Jepsen et al., 2002). Pour répondre à ce critère, nous avons choisi de radio-marquer les plus gros individus du secteur d'étude dont le poids minimum a été fixé à 19,6g. Les résultats obtenus ne peuvent donc pas être généralisés à l'ensemble de la population, mais l'utilisation de la biotélémétrie chez le chabot s'est révélée adaptée et très prometteuse pour mettre en évidence des patrons comportementaux individuels et pour étudier avec beaucoup plus de précision l'utilisation du domaine vital et de l'habitat.

Ainsi, l'utilisation combinée des pit-tags et des radio-émetteurs pour des recherches sur la mobilité des chabots permet de réaliser à la fois des recherches populationnelles (sur un grand nombre d'individus) à long terme et des études individuelles (sur un petit nombre d'individus) plus précises et à court terme.





**Photo 10:** Vue d'un chabot radio-marqué, recapturé après 30 jours de pistage. Le processus de cicatrisation est déjà bien entamé.

## **VI.2. Mobilité et patrons comportementaux**

Les espèces de poissons du genre *Cottus* ont longtemps été considérées comme hyper résidentes au sein d'un domaine vital restreint par les auteurs qui ont utilisé les techniques de marquage-recapture classiques (Smyly, 1957 ; Andreasson, 1971 ; Lelek, 1987 ; Todd Petty and Grossman, 2004). Plus récemment, Knaepkens et al. (2004) a utilisé le marquage-recapture en combinaison avec l'utilisation de marque passive individuelles (Pit-tags) dans le bassin de l'Escaut en Flandre et a démontré que la population de chabots peut parfois être divisée en une fraction sédentaire et une fraction plus mobile.

Au cours de notre étude, la combinaison de deux méthodologie i) le marquage avec des pit-tags avec des recaptures multiples au cours d'un cycle annuel complet et ii) le suivi intensif de quelques individus radio-marqués sur une durée d'un mois nous a permis de mieux comprendre les patrons d'utilisation du temps et de l'espace chez le chabot et de ne pas limiter l'analyse des phénomènes de mobilité à la simple mise en évidence d'individus mobiles ou résidents. Notre étude suggère l'existence

de plusieurs types de patrons de mobilité chez le chabot qui ont été subdivisés en plusieurs catégories.

- Les individus résidents qui utilisent un petit domaine vital longitudinal  $< 5\text{m}$ .
- Les individus qui ont tendance à réaliser des mouvements unidirectionnels vers l'amont.
- Les individus qui ont tendance à réaliser des mouvements unidirectionnels vers l'aval.
- Les individus qui ont tendance à réaliser des mouvements bidirectionnels (amont-aval) sans référence à un point focal.
- Les individus qui ont tendance à réaliser des mouvements bidirectionnels (amont-aval) avec référence à un point focal.

Il est surprenant de constater que les individus strictement sédentaires sont les plus rares et que la plupart des individus suivis par radio-pistage ou capturés à plusieurs reprises par pêche électrique réalisent fréquemment différents types de mouvements. Ces résultats originaux démontrent clairement que les nouvelles méthodologies utilisées au cours de cette étude sont plus adaptées que les techniques de marquage-recapture classiques pour mettre en évidence les phénomènes de mobilité et la variabilité des stratégies d'utilisation de l'espace chez le chabot.

### **VI.3. Distances parcourues et domaines vitaux**

Notre étude a également mis en évidence les plus grandes distances parcourues et les domaines vitaux longitudinaux les plus grands jamais enregistrés chez le chabot. En effet, certains individus ont été recapturés à 365m en amont et 390m en aval de leur site de capture. Dans le bassin de l'Escaut, Knaepkens et al. (2004) ont enregistré des mouvements maxima de 100m vers l'amont et de 260m vers l'aval.

Sur la base des mouvements extrêmes enregistrés au cours de notre étude, il apparaît qu'un chabot hypermobile pourrait être capable de parcourir jusqu'à 2,5km au cours d'un cycle annuel.



En dehors des mouvements extrêmes de plusieurs centaines de mètres enregistrés au cours de cette étude, il apparaît que le domaine vital moyen des chabots pit-taggués-recapturés est de 49,8 m, ce qui constitue une valeur nettement supérieure à celles qui sont mentionnées dans la littérature scientifique chez les espèces du genre *Cottus* (Smyly, 1957 ; Andreasson, 1971 ; Lelek, 1987 ; Downhower et al., 1990 ; Todd Petty and Grossman, 2004).

Les chabots radio-pistés sur une durée approximative d'un mois ont exploité un domaine vital longitudinal d'une longueur moyenne de 19,4m. Proportionnellement à la taille moyenne de l'espèce, ces domaines vitaux sont comparables à ceux utilisés en dehors de la période de reproduction par la truite commune *Salmo trutta* et l'ombre commun *Thymallus thymallus* dans des rivières salmonicoles de l'Ardenne belge (Ovidio, 1999 ; Ovidio et al., 2004).

#### **VI .4. Utilisation de l'habitat**

La plupart des auteurs mentionnent que le chabot affectionne les substrats durs et grossiers. Les rivières qui présentent ce type de lit peuvent abriter de fortes densités, contrairement à celles dont le substrat est meuble et dominé par les sables et les limons (Mills & Mann, 1983 in OFEPS 2004). Ce substrat grossier, nécessaire à sa reproduction, lui permet également de s'abriter du courant et de se protéger contre ses prédateurs (OFEPS 2004). Les préférences et l'utilisation des différents types de substrats changent en fonction de la taille des individus. Le gravier abrite principalement des juvéniles et, au fur et à mesure de leur croissance, les chabots colonisent des substrats de plus en plus grossiers. Pour boucler son cycle vital (croissance et reproduction), le chabot a donc besoin d'un habitat formé d'une mosaïque de substrats de différentes dimensions.

Dans ce domaine, nos résultats sont semblables à ceux de la littérature. Les résultats du radio-pistage démontrent clairement que les individus ont essentiellement été localisés sous les gros blocs et qu'ils quittent principalement leurs abris au cours de la période crépusculaire pour s'alimenter. Les résultats des pêches électriques suggèrent que le Ry de Falogne et le Ry d'Oxhe abritent une diversité suffisante en substrat pour accueillir toutes les classes de tailles et donc permettre la reproduction de l'espèce.

## **VI .5. Capacités de franchissement des petits seuils**

Comme la plupart des autres espèces de poissons, les chabots sont également confrontés à des obstacles physiques de typologies variables lorsqu'ils se déplacent dans leur environnement.

À cause de sa petite taille, de l'absence de vessie natatoire, et de sa morphologie adaptée à une vie benthique, on pouvait s'attendre à ce que le chabot ne réussisse pas à franchir des obstacles verticaux trop imposants par un « saut ». Utzinger et al. (1998) ont établi lors d'une étude en Suisse que des seuils verticaux dont la dénivellation dépasse les 18-20 cm sont infranchissables par les chabots. Nos résultats suggèrent que les chabots sont capables de franchir des seuils en enrochements de configurations variables pour autant qu'il ne se soit pas nécessaire de réaliser un véritable saut, mais plutôt en se faufilant entre les infractuosités de l'obstacles et en profitant de conditions hydrauliques (contre courant, lame d'eau, turbulence, ...) particulières. Dans ce contexte, nous avons observé des franchissements au niveau de seuils avec des hauteurs de crêtes allant jusqu'à 43 cm et une différence de lame d'eau amont aval de 32 cm. Nous avons également observé le franchissement d'un obstacle dont la pente est de 21,6%, mais parsemé d'enrochements qui créent une sorte de mini échelle à poissons naturelle. En revanche, les obstacles purement verticaux qui ne peuvent être franchis que par saut ou décrochage partiel du poisson de la lame d'eau semble vite infranchissables (Mos 09 et 10 par exemple).

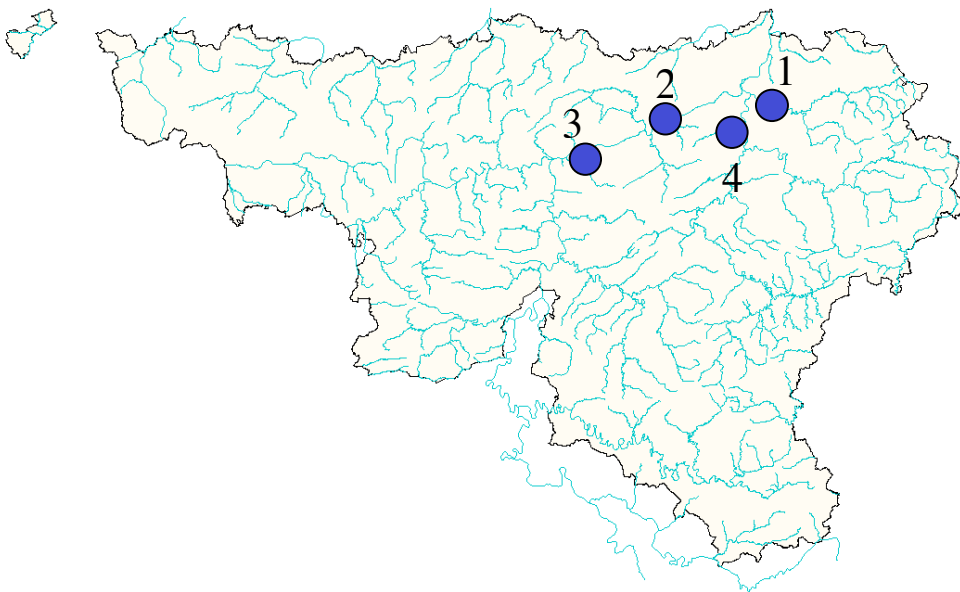
Il est donc important de continuer ce type d'investigation sur des obstacles de configurations différentes pour améliorer nos connaissances sur ce problème de grande importance pour la conservation de l'espèce.

## VII. MOUVEMENTS DE DEVALAISON CHEZ LE CHABOT EN WALLONIE

---

### VII 1. Présentation du problème

Dans l'analyse des relations entre le chabot et son habitat physique, il est important de mieux connaître les phénomènes de dévalaison qui caractérisent ses populations. En effet, ce facteur peut jouer un rôle déterminant, d'une part, dans la recolonisation naturelle par l'amont de tronçons de cours d'eau dépeuplés à cause d'un état de pollution chronique et, d'autre part, dans la structuration spatiale des caractéristiques génétiques des populations, notamment en cas de piégeage des dévalants dans un plan d'eau artificiel en amont d'un barrage.



**Figure 1.** Carte de situation des stations pour lesquelles on dispose d'observations sur la dévalaison des chabots en Wallonie : 1 = Ry de Mosbeux, 2 = Meuse à Tihange ; 3 = Samson à Thon ; 4=Ourthe à Méry.

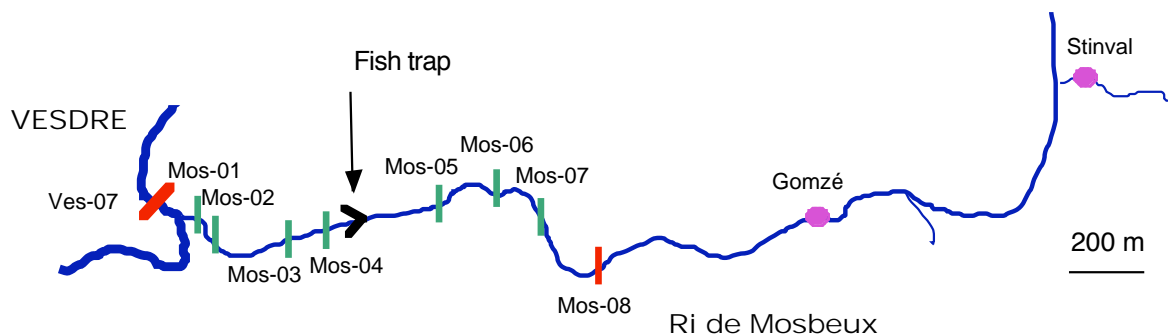
Dans le cadre de la présente convention d'études, nous avons rassemblé quelques informations préliminaires sur cet aspect de la biologie des populations du chabot. L'étude originale la plus complète a été réalisée dans le cours inférieur du Ry de Mosbeux, affluent de la Vesdre à Trooz (fig. 1, station 1). On a aussi réuni des observations faites sur d'autres sites étudiés par l'équipe du LDPH (Ourthe à Méry en début 2007 ; fig. 1, station 4). ; Meuse à Tihange en 2001-2004 ; fig. 1, station 2). ou

par d'autres équipes (bas Samson à Thon en 1991-2007 par URBO-FUN ; fig. 1, station 3).

## VII.2. Dévalaison du chabot dans le Ry de Mosbeux (Vesdre)

### VII.2.1. Milieu et méthodes

L'étude a été réalisée à environ 800 m de l'embouchure du Mosbeux dans la Vesdre (figures 1 et 2). A cet endroit a été installé en travers du cours d'eau un piège de capture (photos 1) conçu pour filtrer l'eau et retenir les poissons de toutes tailles et spécialement les jeunes dans les premières semaines de leur vie. Ce piège a été construit par l'équipe de la Fédération des Sociétés de Pêche de la Vesdre et de l'Amblève (FSPVA). C'est aussi cette équipe qui a participé au contrôle journalier du piège pendant une période allant du 6 avril au 13 septembre 2007. En tout, 160 jours furent contrôlés mais certaines périodes furent caractérisées par une faible efficacité de capture pendant les épisodes de hautes eaux.



**Figure 2.** Carte du Ry de Mosbeux avec indication de la position de piège de dévalaison par rapport aux obstacles qui fragmentent le cours.



**Photos 1 et 2.** Vues par l'amont (au-dessus) et par l'aval (en-dessous) du piège de dévalaison installé sur le Ry de Mosbeux en avril-septembre 2007. Ce piège a été construit et contrôlé par l'équipe de la Fédération des Sociétés de Pêche de la Vesdre et de l'Amblève sous la guidance scientifique du LDPH /ULg.

### VII.2.2. Résultats des contrôles

Au cours d'un effort de piégeage en continu de 160 jours, furent interceptés 289 poissons appartenant à 8 espèces (tabl. 1), dont 53 chabots de 19 -114 mm (tabl. 2). Ce résultat ne tient pas compte de ce qui s'est passé pendant les épisodes de coup d'eau quand le piège était submergé.

Espèce	Nombre	Tailles (mm)	
		Min	Max
Anguille	7	-	-
Truite commune	13	-	-
<b>Chabot</b>	<b>53</b>	<b>44</b>	<b>289</b>
Vairon	197	19	114
Chevaine	3	-	-
Spiralin	1	-	-
Goujon	3	-	-
Gardon	12	-	-
Total	289	-	-

**Tableau 1.** Statistiques des captures des poissons dans le piège de dévalaison installé sur le Ry de Mosbeux du 6 avril au 13 septembre 2007.

Environ la moitié (n=28) des chabots capturés sont des sujets de 5-11 cm correspondant à des poissons 1+ et plus (tabl. 2). Le reste (n=25) de la population des dévalants est constitué de jeunes 0+ de l'année qui apparaissent le 8 juillet à une taille de 19-29 mm (moyenne 25 mm n=8) et qui sont présents en début septembre sous la forme de poissons de 31-51 mm (moyenne 44 mm ; n=11).

La répartition temporelle des captures ne révèle aucune concentration particulière de celles-ci à un moment particulier de la période d'étude (tabl. 3). Il y a environ 10 chabots capturés mensuellement, sans tenir compte de ce qui se passe quand le piège n'est plus fonctionnel lors des épisodes de hautes eaux.

Il est intéressant de signaler qu'on n'a trouvé dans le piège aucun chabot marqué (élastomer bleu) lors de la pêche électrique effectuée le 30 mai dans un secteur situé à 300-500 m à l'amont.



Classe (mm)	Nombre de chabots		
	> 0+	0+	total
10-19	-	1	1
20-29	-	11	11
30-39	-	3	3
40-49	-	8	8
50-59	1	2	3
60-69	8	-	8
70-79	4	-	4
80-89	7	-	7
90-99	5	-	5
100-109	2	-	2
110-119	1	-	1
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>25</b>	<b>53</b>

**Tableau 2.** Répartition des tailles des chabots interceptés dans le piège de dévalaison sur le Ry de Mosbeux du 6 avril au 13 septembre 2007.

Classe (mm)	Nombre de chabots		
	> 0+	0+	total
Avril	10	-	10
Mai	7	-	7
Juin	4	-	4
Juillet	3	8	11
Août	2	6	8
Septembre (1/2)	2	11	13
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>25</b>	<b>53</b>

**Tableau 3.** Répartition mensuelle du nombre de chabots interceptés dans le piège de dévalaison sur le Ry de Mosbeux du 6 avril au 13 septembre 2007.

### VII.2.3. Conclusions

Dans un petit cours d'eau salmonicole comme le Ri de Mosbeux, on observe des mouvements de dévalaison du chabot qui concernent des individus de toutes tailles et se déroulent tout au long de la bonne saison d'avril à septembre. Mais on ignore actuellement ce qui se passe pendant l'automne et l'hiver. On ignore aussi d'où viennent exactement les chabots dévalants : des secteurs les plus proches ou des secteurs plus lointains. Sur la base des résultats des études par marquage réalisées dans le Ruisseau d'Oxhe et le Ruisseau de Falogne ainsi que, plus marginalement, dans le Ri de Mosbeux, tout porte à croire que les dévalants ne viennent pas de très loin. Mais dans l'état actuel des connaissances on ne peut pas tout à fait exclure une origine plus lointaine. Des études complémentaires seraient utiles en cette matière.

## VII. 3. Observations sur la dévalaison du chabot dans d'autres milieux

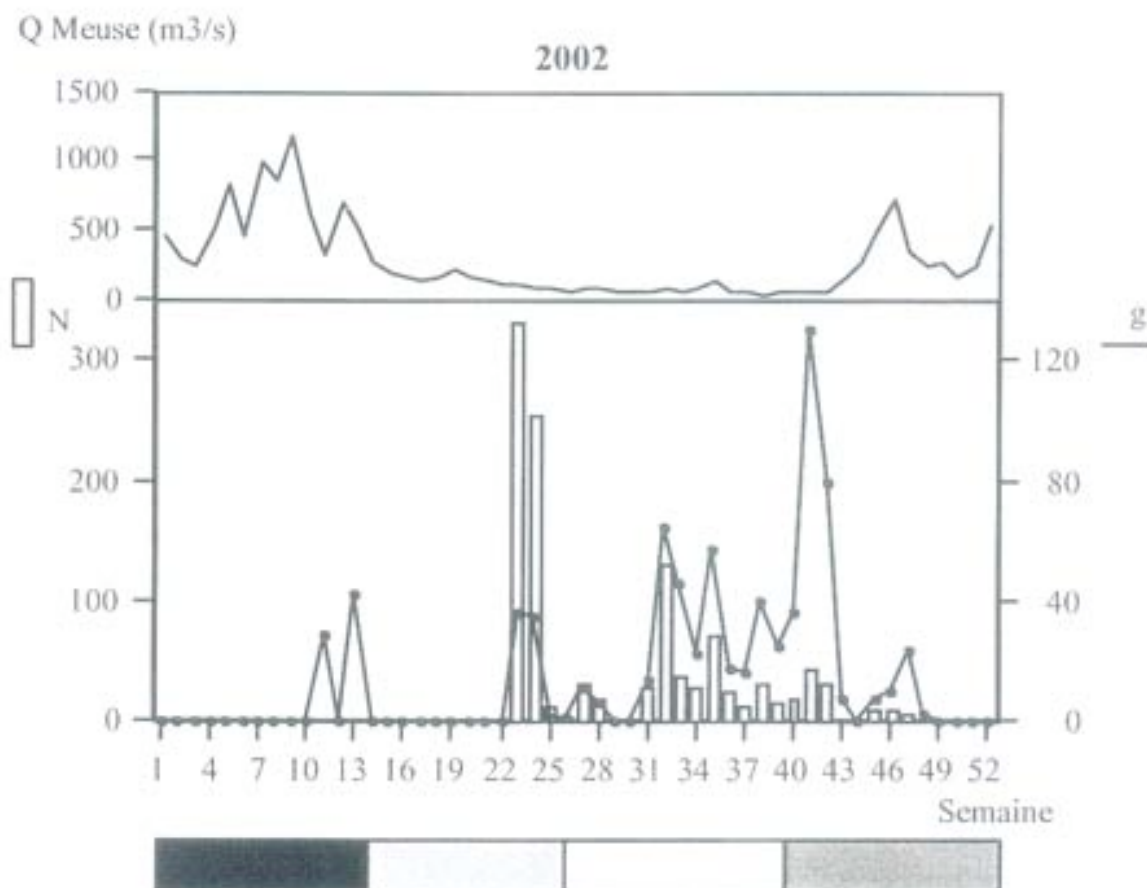
### VII.3.1. Meuse à Tihange en 2001-2004 sur toute l'année (fig 1, station 2)

De 2001 à 2004, le LDPH -ULg a procédé à une étude de l'entraînement forcé des poissons sur les grilles et filtres des prises d'eau de refroidissement des centrales électronucléaires de Tihange sur la Meuse (Philippart et al., 2003 ; Sonny, 2006) (photo 2).



**Photo 2.** Récolte des poissons, par exemple les chabots, sur le tambour filtrant d'une prise d'eau de refroidissement de la centrale nucléaire de Tihange (Sonny, 2006).

Au cours de cette étude, furent interceptés près de 1 221 (1,002 kg) chabots de 19-90 mm avec la répartition suivante par années : n=16 en 2001, n=1 183 en 2002, n=21 en 2003 et n=1 en 2004. Les captures particulièrement nombreuses obtenues en 2002 ont permis une bonne description de la périodicité des dévalaisons au cours des saisons et en relation avec les conditions hydrologiques dans la Meuse (fig. 3). Ces dévalaisons concernent essentiellement des jeunes 0+ de l'année et se déroulent principalement entre la fin du printemps (semaine 23), peut-être juste après la reproduction, et la fin de la période d'étiage (semaine 43 ; débit total de la Meuse < 100 m<sup>3</sup>/s).



**Figure 3.** Nombre (N) et biomasse (g) des chabots capturés par semaine au cours de l'année 2002 sur les filtres de protection des prises d'eau de refroidissement des centrales de Tihange. (source : Sonny, 2006, 2007).

Les chabots qui dévalent, parfois massivement comme en 2002, dans la Meuse à Tihange ont plusieurs origines possibles : la Meuse même en amont de Tihange, les affluents les plus proches (Hoyoux, Méhaigne, Samson) ou le canal de prise d'eau lui-même qui fonctionnerait comme un milieu de rivière rapide artificielle fort attractive pour les espèces rhéophiles.

La présence d'une telle population de chabots dans la Meuse canalisée soulève par ailleurs la question de l'espèce concernée : s'agit-il de *Cottus rhenanus*, espèce d'eau froide et de rivière rapide dont la présence dans un fleuve canalisé est étonnante ou, au contraire, de *Cottus perifretum*, espèce plus thermophile et plus eurytope venant du bassin de l'Escaut, ou encore de la forme hybride invasive récemment décrite dans le Rhin ?

### VII.3.2. Bas Samson à Thon au printemps en 1991-2007 (fig. 1, station 3)

Dans le cadre du Programme Saumon 2000, l'équipe URBO des Facultés universitaires Notre-Dame de la Paix de Namur a contrôlé à chaque printemps (mars-mai) depuis 1991 la dévalaison des salmonidés et, accessoirement des autres espèces, dans un piège de capture installé temporairement près de la confluence du Samson dans la Meuse (photo 3).



**Photo 3.** Vue vers l'aval du piège de dévalaison installé chaque printemps depuis 1991 sur le bas Samson à Thon par l'équipe de l'URBO-FUN pour intercepter les saumoneaux et les autres espèces dévalantes dont le chabot.

Pour les 15 années au cours desquelles les chabots furent contrôlés, les captures totales s'élèvent à 80 individus avec des extrêmes annuels de 0 et de 10 et une moyenne de 6 individus / saison. Le chabot représente, après la truite commune, le saumon réintroduit, le chevaine et le gardon, la cinquième espèce la plus fréquente dans les dévalants. Les faibles captures annuelles ne permettent pas d'en dire plus au sujet de la biologie de la dévalaison de l'espèce.

### VII.3.3. Ourthe à Méry au printemps 2007 (fig. 1, station 4)

En début 2007, un exutoire de dévalaison expérimental a été aménagé à hauteur de la grille de prise d'eau de la centrale hydroélectrique Mérytherme. De la



mi-mars à la mi-mai, les poissons déviés dans cet exutoire de dévalaison ont été interceptés dans un piège de capture.



**Photo 4.** Etapes du piégeage d'un poisson à la sortie de l'exutoire de dévalaison de Méry sur l'Ourthe : entrainement dans l'exutoire, filtration sur la grille, glissement sur cette grille et réception dans une goulotte sous eau qui conduit le poisson dans un vivier de stockage (extrait du film de présentation de ProFish Technology).

Parmi les 951 poissons appartenant à 17 espèces ainsi piégés (tabl. 4), on note la présence de 4 chabots > 0+ de 7-11 cm.

Espèce	Poissons capturés		Longueur du corps LF (mm)		
	N	%	min	max	moyenne
Saumon (smolt)	671	68,66	114	205	152
Truite commune	230	24,19	138	385	209
Chevaine	13	1,37	80	498	207
Gardon	10	1,05	87	209	155
<b>Chabot</b>	<b>4</b>	<b>0,42</b>	<b>74</b>	<b>114</b>	<b>93</b>
Brochet	3	0,32	288	359	327
Carpe	3	0,32	389	598	497
Loche franche	3	0,32	94	113	105
Vandoise	3	0,32	89	125	166
Ombre	2	0,21	297	420	359
Perche	2	0,21	100	113	107
Barbeau	1	0,11	524	-	(524)
Brème	1	0,11	169	-	(169)
Brème x gardon	1	0,11	188	-	(188)
Gibèle	1	0,11	130	-	(130)
Goujon	1	0,11	84	-	(84)
Hotu	1	0,11	462	-	(462)
Vairon	1	0,11	78	-	(78)
Total	951				

**Tableau 4.** Bilan des captures des poissons dans le piège de dévalaison à la centrale hydroélectrique Mérytherm sur l'Ourthe en mars-mai 2007 (Philippart et al., 2007)

Sans être très spectaculaire, ce résultat confirme l'existence d'une certaine dévalaison des chabots adultes dans une rivière comme l'Ourthe mais il est difficile de dire s'il s'agit d'un mouvement actif ou passif. De plus le système de piégeage sous-estime très probablement le nombre de jeunes chabots dévalants qui passent à travers les barreaux de la grille de filtration de l'eau.

#### VII.4. Conclusions générales

Les résultats disponibles à ce jour mettent clairement en évidence l'existence d'un comportement de dévalaison chez le chabot dans un large éventail de milieux d'eau courante : fleuve canalisé comme la Meuse, grande rivière comme l'Ourthe, petite rivière comme le Samson et ruisseau comme le Ri de Mosbeux. Mais on ne connaît pas actuellement l'importance numérique de ces fractions de populations dévalantes par rapport à l'abondance des populations en place.



Quoi qu'il en soit à ce sujet, ces dévalaisons constituent un mécanisme de dispersion des chabots vers l'aval qui peut contribuer au repeuplement de tronçons de rivière affectés par une catastrophe démographique associée à une pollution aigue ponctuelle, à l'arrêt (par ex. grâce à l'épuration) d'un état de pollution chronique ou à un événement hydrologique critique (assèchement exceptionnel). L'efficacité et la vitesse d'une telle recolonisation d'un milieu aval par des chabots dévalant d'un milieu amont (cours supérieur ou affluent) vont toutefois dépendre de deux autres facteurs. En premier lieu, il faut qu'il existe un ou plusieurs populations sources susceptibles de fonctionner comme réservoirs de chabots sujets à la dévalaison. En second lieu, il faut que les chabots dévalants puissent atteindre effectivement et en nombre suffisant le tronçon de rivière à repeupler dont l'accès peut être rendu plus ou moins difficile par, d'une part, la distance à parcourir en dévalaison et, d'autre part, par le ralentissement éventuel de la dispersion vers l'aval par des habitats d'eau profonde en amont de barrages artificiels de tous types (concept de barrière d'habitat hydraulique).

La situation correspondant à l'absence ou à la petitesse d'une population réservoir de chabots peut être illustrée par la haute Méhaigne tandis que la situation correspondant à l'existence de barrières physiques naturelles (distance) et artificielle (barrage retenues) à la dévalaison du chabot semble se rencontrer dans la Vesdre à Verviers

#### (a) L'absence du chabot dans la haute Méhaigne

De nos jours, le chabot est présent en population assez importante dans tout le tronçon allant de Fallais à l'embouchure dans la Meuse à Wanze. Mais dans les stations situées en amont de Fallais, le chabot n'a jamais été signalé qu'exceptionnellement sous la forme d'un individu isolé comme à Hosdent barrage et à Wasseige -Ambresinau (aval de la confluence avec la Soile) . On reconnaîtra que l'habitat physique n'est globalement pas très bon pour le chabot dans cette partie de la Méhaigne mais certains habitats comme les avals de petits barrages et seuils pourraient certainement l'accueillir. Il est fort plausible que l'absence du chabot dans ce milieu résulte de la disparition-raréfaction de l'espèce dans le chevelu des petits cours d'eau affluents et sous-affluents qui traversent une région agricole et urbanisée sujette à des pollutions chroniques ou accidentelles (pesticides, lisiers, engrais, etc.).

Cette explication à valeur d'hypothèse mériterait largement d'être vérifiée afin de définir les mesures de gestion (en l'occurrence la réintroduction strictement contrôlée dans des habitats appropriés) à mettre en œuvre dans ce cas pour tenter de restaurer des populations sources à partir desquelles pourrait se produire par dévalaison une recolonisation naturelle progressive du réseau hydrographique en aval.

#### (b) Le paradoxe de l'absence du chabot dans la Vesdre à Verviers.

Une pêche électrique effectuée le 26 octobre 2007 dans la Vesdre à Verviers à hauteur du quai Rapsat (tabl. 5) a mis en évidence l'absence du chabot alors que les salmonidés, ombre et truite fario qui l'accompagnent généralement, étaient bien représentés, y compris par des jeunes de l'année issus de reproductions dans la rivière même. La situation rencontrée à Verviers-Rapsat le 26 octobre 2007 avait déjà été observée dans les autres stations de la Vesdre à Verviers étudiées de 2000 à 2004 (tabl.5 ) et en 1978 (Parc Marie-Louise). En fait, il faut remonter aux années 1970-1971, juste après la construction du grand collecteur et la réalisation des premières opérations de restauration piscicole de la rivière, pour trouver une trace de la capture par pêche électrique de quelques chabots dans la Vesdre à Verviers (Philippart et coll., 2003). Absent actuellement de la Vesdre dans la traversée de Verviers, le chabot est en revanche présent dans la rivière en amont de la ville (Dolhain, Goé) et en aval (de Wégnez jusqu'à Chênée).

Une première cause possible de l'absence actuelle du chabot dans la Vesdre partiellement épurée à Verviers pourrait être l'existence d'un niveau de qualité de l'eau incompatible avec la vie de l'espèce considérée comme fort exigeante (eau froide et bien oxygénée, pas de pollution chimique trop importante). Il est en effet établi par les analyses de la composition de la faune des invertébrés benthiques (Indice biotique IBGN) que la qualité biologique de la Vesdre dans la traversée de Verviers laisse encore à désirer, probablement à cause d'apports directs de pollution selon trois voies : des rejets industriels en dehors du collecteur, des affluents très pollués et des débordements du collecteur lors des coups d'eau. Cette explication est toutefois quelque peu contredite par le constat que la truite et l'ombre parviennent non seulement à survivre dans la Vesdre mais aussi à s'y reproduire dans des conditions plus critiques (dépôt des œufs dans le substrat caillouteux) que le chabot (œufs collés sous les gros cailloux). Par ailleurs, le chabot est présent dans des

stations en aval de Wegnez où, malgré l'épuration récente, la qualité de l'eau n'a pas retrouvé en permanence un niveau supérieur.

Station	Wegnez	Rapsat	Athénée	Dolhain	Goé
Date	03/11/04	26/10/07	17/08/00	01/07/03	08/10/02
Superficie (m2)	2 265	2 812	3 800	3 396	2 230
Distance source (km)	46,3	41,7	39,0	31,9	27,7
Distance Ourthe (Km)	25,7	30,3	33,0	40,1	44,3
Source données	FUN/ ULG	ULG	SP/ULG	SP/ULG	SP
Truite fario	11	81	71	271	337
Ombre	164	166	-	9	164
Vairon	6 265	757	3	244	18
Goujon	129	3	2	-	9
Loche franche	74	234	24	123	-
Epinoche	6	4	190	72	-
Carassin hybride	-	1	-	-	-
<b>Chabot</b>	<b>33</b>	-	-	<b>1</b>	<b>139</b>
Gardon	74	-	-	5	63
Carpe commune	-	-	1	-	1
Tanche	-	-	-	-	1
Perche	-	-	1	-	-
Chevaine	31	-	-	-	-
Ablette spirilin	1	-	-	-	-
Barbeau	1	-	-	-	-
Total N/secteur	7 789	1 246	292	725	734
Biomasse en kg/ha	353	117	29	44	269

**Tableau 5.** Comparaison des résultats des recensements des poissons dans la Vesdre à Verviers-Rapsat en octobre 2007 et dans des stations en aval et en amont mais antérieurement. ULG : Université de Liège, FUN = Faculté universitaires Notre -Dame de la Paix de Namur, SP = Service de la Pêche. Dans tous les cas, les résultats correspondent à la somme des captures en deux passages successifs dans des secteurs de superficies connues.

Une deuxième explication de l'absence du chabot dans la Vesdre à Verviers-ville pourrait davantage être la non-manifestation d'un processus de reconstitution naturelle de la population après la réduction du niveau de pollution du cours d'eau, une première fois au début des années 1970 avec la construction du grand collecteur de 21 km Béthane-Wégnez et une deuxième fois en 1999 après la construction de la station d'épuration de Membach-Eupen qui a fait remonter à 13/20 en 2000-2002 l'Indice biotique IGNN qui était de 5/20 en 1993-1999 et 1990-1996 (Van Den Bossche, 2005). Avec une espèce sauvage (sans possibilité de repeuplement) comme le chabot, la reconstitution d'une population dans la Vesdre à Verviers ne pouvait se faire qu'à partir d'un nombre suffisant de poissons parvenus dans cette partie de la

rivière par émigration selon trois possibilités éventuellement combinées : à partir de l'aval, à partir de l'amont et à partir des affluents proches.

On peut exclure une recolonisation par l'aval (c'est-à-dire à partir de la confluence Vesdre /Hoegne ) car la Vesdre est entrecoupée de nombreux anciens barrages et seuils qui semblent vraiment infranchissables par des chabots. En effet, les chabots sont globalement assez peu mobiles (déplacement maximum de 400 m vers l'amont observé par le LDPH /ULG dans le Ruisseau d'Oxhe, affluent salmonicole de la Meuse en aval de Huy). De plus, ils sont incapables de passer un obstacle vertical haut de plus de 20-25 cm. On ne peut toutefois pas exclure un tel mouvement de dispersion vers l'amont chez l'un ou l'autre chabot à la faveur de conditions hydrauliques particulières. Mais, s'ils existent, de tels mouvements ne concernent que quelques individus et ne semblent pas suffisants pour permettre la reconstitution d'une population reproductrice d'un effectif minimal..

Une recolonisation à partir de la rivière en amont et des affluents est potentiellement beaucoup plus envisageable car elle implique l'arrivée dans la Vesdre à Verviers de chabots effectuant un déplacement en dévalaison sous la forme de jeunes ou d'adultes, notamment à la faveur des crues et des coups d'eau. Mais pour qu'un tel mécanisme fonctionne effectivement, il faut que subsistent des populations réservoirs ou sources dans la haute Vesdre même et dans les affluents. Cette situation existe dans la Vesdre même en amont de Dolhain et aussi probablement dans le cours supérieur de plusieurs affluents. Toutefois, la plupart de ces affluents de la Vesdre dans la traversée de Verviers sont fortement pollués dans leur cours inférieur (voire même complètement voûtés sur une longue distance) de telle sorte qu'ils ne sont plus en mesure de fournir des chabots dévalants et que d'éventuels sujets émigrant du haut cours mieux préservé ne parviennent pas à rejoindre la rivière principale à cause de la distance à parcourir. Quant à la Vesdre elle-même en amont de Verviers, elle ne semble pas non plus abriter une importante population de chabots pour de multiples raisons possibles (existence d'épisodes de pollution toxique, caractère très acide de l'eau, forte prédation par la truite fario) tandis que la dévalaison à moyenne et grande distance pourrait être freinée par la succession des barrages et l'existence de zones à débit réservé associée à des centrales hydroélectriques.

## **VIII. APERCU DES EFFETS ECOLOGIQUES ET GENETIQUES DE LA FRAGMENTATION DE L'HABITAT AQUATIQUE SUR LES POPULATIONS DU CHABOT EN WALLONIE**

### **SYNTHESE DES RESULTATS DU PROJET FISHGUARD 2003-2006**

---

#### **VIII.1. Présentation générale du programme**

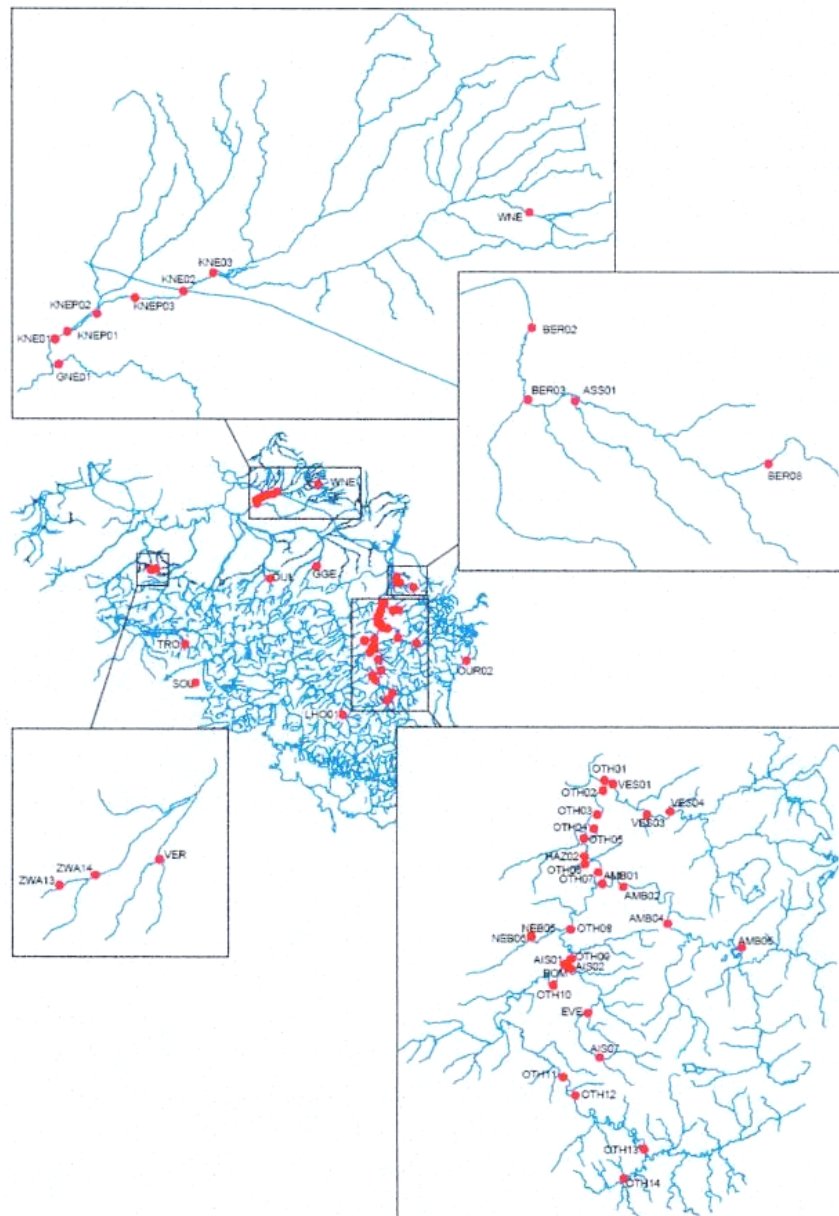
Le programme Fishguard s'est déroulé en 2003 -2006 dans le cadre d'un financement du Service Public Fédéral de Programmation de la Politique scientifique et a mobilisé les compétences de plusieurs laboratoires universitaires et centres de recherche de Belgique. L'objectif de ce programme était d'étudier les effets sur les poissons de deux influences humaines majeures : la fragmentation des cours d'eau par des ouvrages hydrauliques de tous types et les repeuplements en poissons d'élevage. Une attention particulière a été accordée à quatre espèces cibles principales : deux espèces, le chabot et l'épinoche, considérées comme sauvages parce non influencées par les repeuplements et deux espèces, la truite commune et le gardon, influencées par les repeuplements. Selon les circonstances, furent aussi parfois prises en considération d'autres espèces : le goujon, le chevaine et l'ombre commun.

Les quatre espèces de base furent étudiées sous deux angles principaux : i) un angle écologique consistant à analyser les effets des obstacles physiques sur la distribution géographique et l'abondance des populations grâce à des recensements par pêche à l'électricité et à caractériser les capacités de franchissement de ces obstacles grâce à des études sur le terrain (marquage, télémétrie) et en laboratoire et ii) un angle génétique consistant à appliquer les méthodes d'analyse de l'ADN (méthode des micro satellites) à la caractérisation génétique des populations influencées par les repeuplements et/ou la fragmentation de l'habitat par des obstacles.

Le domaine géographique concerné (fig. 1) comprenait deux grands types de cours d'eau : les 'lowland rivers' surtout situées dans le bassin de l'Escaut en Flandre et les 'upland rivers' situées dans le bassin de la Meuse en Wallonie.



Dans ces deux grands ensembles écologiques furent opérés des recensements par pêche électrique dans des stations d'échantillonnage situées en aval-amont de divers types d'obstacles physiques en vue de déceler les effets écologiques de tels obstacles. A l'occasion de ces recensements démographiques était prélevé un petit morceau de matériel génétique (morceau de nageoire conservé dans l'éthanol absolu) sur un échantillon de maximum 50 individus par station.



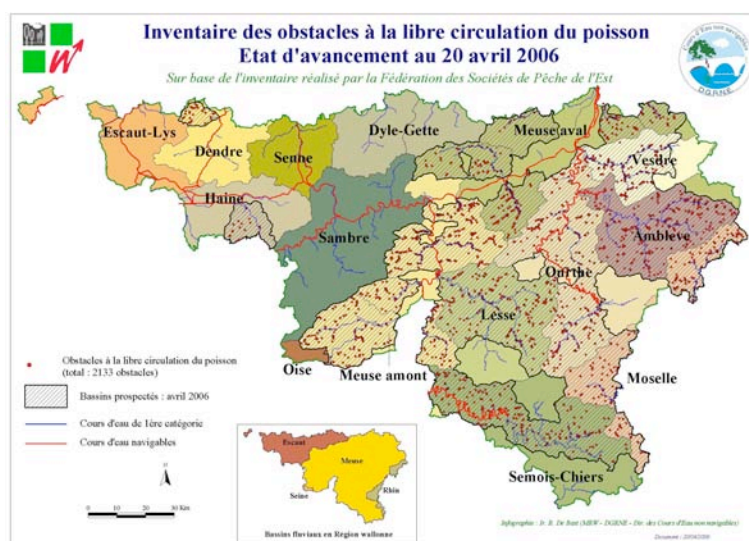
**Figure 1.** Carte des stations étudiées sur les rivières des bassins de la Meuse et de l'Escaut en Wallonie et en Flandre dans le cadre du volet 'Chabot' du programme Fishguard en 2003-2004 (source : Van Houdt, KUL ; in De Boeck et al. 2006).

Lors de cette étude fut capturé un effectif de 7 273 chabots dans 15 rivières de Wallonie et parmi tous ces poissons un échantillon de 2 564 individus fut soumis à un prélèvement de matériel génétique. La moitié de ces échantillons furent analysés par la KUL.

Cours d'eau	Nombre de chabots	
	Pêchés à l'électricité	Échantillonnés pour la génétique
Berwinne et affluents	668	398
Ourthe, cours principal	1100	597
Ourthe, affluents	2061	637
Vesdre et affluents	1805	363
Amblève et affluents	1639	369
Lhomme	?	54
Autres cours d'eau	?	146
Total	7273	2564

**Tableau 1.** Nombre de chabots capturés par pêche à l'électricité et échantillonnés pour les analyses génétiques dans les rivières de Wallonie lors du programme Fishguard en 2003-2004

Pour la réalisation de cette étude , on disposait aussi des résultats des inventaires des obstacles à la libre circulation des poissons dans les deux régions du pays et notamment en Wallonie grâce aux enquêtes menées par la Direction des Cours d'Eau non navigables avec l'appui de la Fédération des Sociétés de Pêche de l'Est et du Sud de la Belgique (fig. 2).



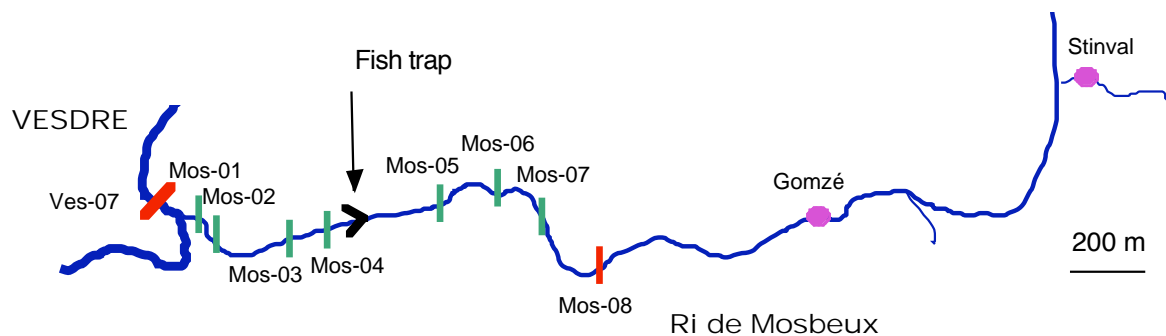
**Figure 2.** Carte des obstacles à la libre circulation des poissons en Wallonie (source : DGRNE-DCENN).

## VIII.2. Résultats écologiques

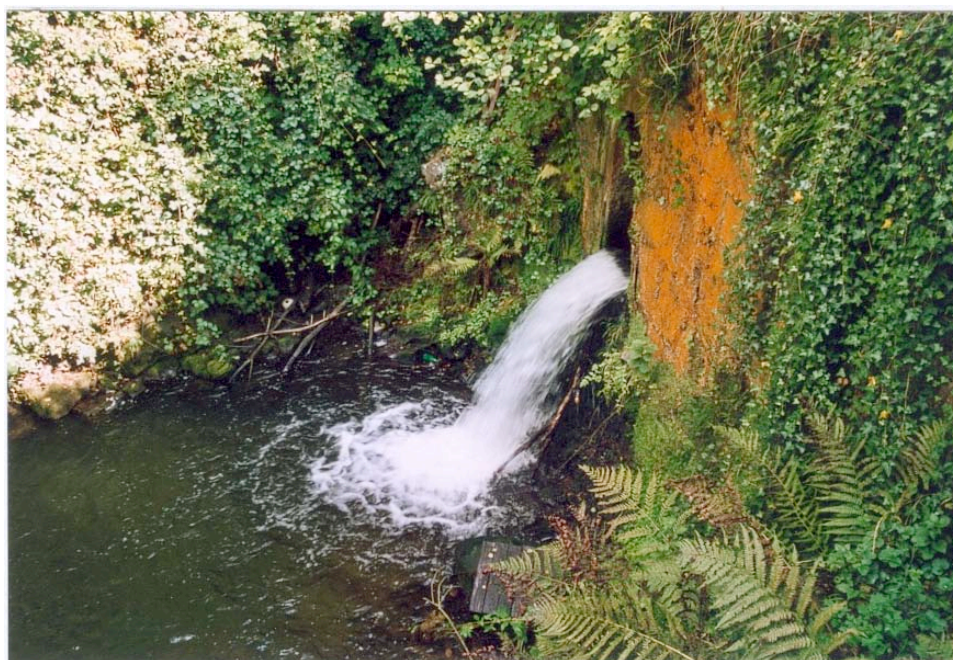
Une analyse rivière par rivière n'a mis en évidence aucun effet de la fragmentation de l'habitat par des barrages sur la distribution géographique et l'abondance démographique du chabot dans les rivières étudiées. Cela tient au fait que le chabot est largement répandu dans le réseau hydrographique wallon, surtout au sud du sillon Sambre-Meuse. Même si un obstacle rend impossible tout mouvement de remontée des chabots, cela n'empêche pas la présence de l'espèce en amont de l'ouvrage où elle vivait antérieurement. On trouve notamment une telle situation dans le Ri de Mosbeux, petit affluent salmonicole de la Vesdre à Trooz (fig. 2 ; tabl. 2), où un obstacle infranchissable (photo 1) limite le domaine de répartition de l'anguille qui colonise le cours d'eau en remontant de la mer mais n'a pas d'effet sur la distribution des espèces sédentaires comme le chabot et la truite commune. De la même manière, on trouve le chabot en amont des grands barrages-réservoirs sur l'Ourthe (Nisramont) et la Warche (Bütgenbach et Robertville).

Station sur le Mosbeux (MOS)	Longueur (m)	Distance (km)	Nombre/100 m in 2004		
Barrières (Mos)	du secteur	à la Vesdre	Anguille	Truite	Chabot
Embouchure à obstacle Mos01	240	0,120	3,8	28	51
Mos01 à piège à poissons	570	0,535	2,8	26	62
Piège à Mos06	865	1,253	3,7	24	23
Mos06 à Mos07	225	1,798	3,6	30	51
Mos07 à chute Mos 08 haute de 1,6 m	95	2,328	4,2	25	57
Amont Mos08 à Gomzée	349	3,020	0	21	48
Amont Mos08 à Stinval	61	3,735	0	113	26

Tableau 2. Effet des barrières physiques sur la distribution du chabot, de la truite commune et de l'anguille dans le Ri de Mosbeux fragmenté par des obstacles dont l'un (Mo 08), haut de 1,6 m, est tout à fait infranchissable en remontée par les poissons (voir fig. 2 et photo 1).

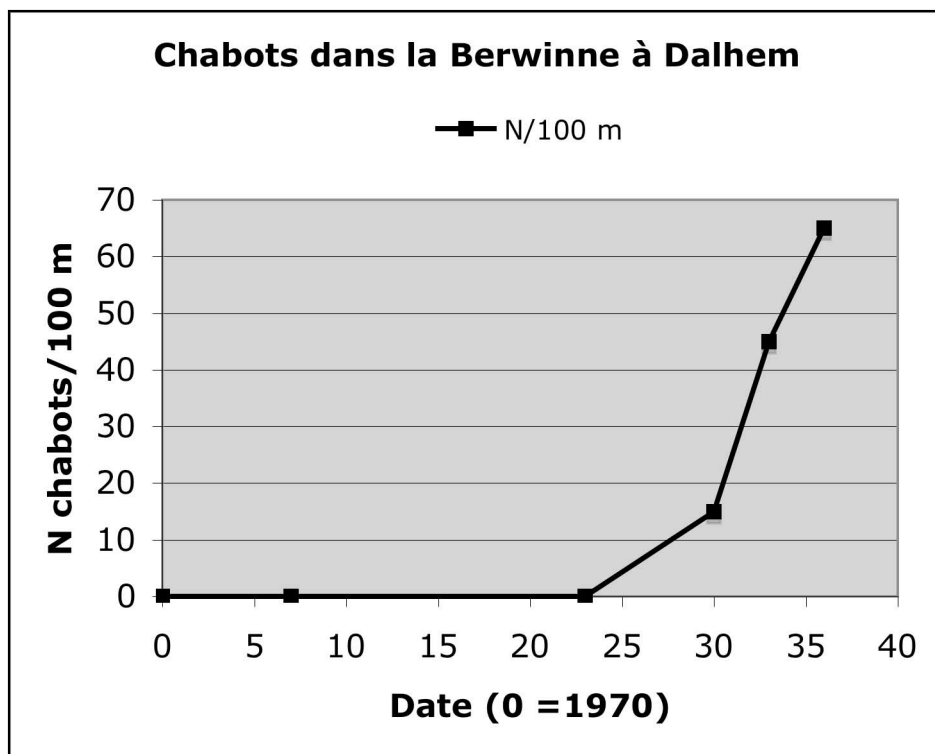


**Figure 2.** Carte du Ri de Mosbeux indiquant la position des obstacles à la libre circulation des poissons vers l'amont . L'obstacle Mos 08 est une chute perchée de 1,6 m totalement infranchissable en remontée.



**Photo 1.** L'obstacle Mos 08 sur le Ri de Mosbeux infranchissable en remontée.

Dans le domaine géographique étudié, nous avons observé quelques cas de stations dépourvues de chabot, mais essentiellement à cause de l'impact de formes toujours actives de pollution des eaux ou de pollutions anciennes arrêtées et résorbées, mais sans que le processus de recolonisation naturelle du chabot, essentiellement par apport de sujets dévalants venant du cours amont ou d'affluents, ait pu encore s'exprimer complètement. C'est en effet au niveau de ce processus de recolonisation des milieux dépeuplés après une pollution ou un assèchement que peuvent interférer les obstacles physiques qui bloquent les mouvements de remontée ou freinent les mouvements de dévalaison du fait de la présence de plans d'eau artificiels qui piègent les dévalants. En pratique, de telles situations ont été rencontrées dans la Berwinne (fig. 4) et la Vesdre. L'analyse de ces situations peut apporter un éclairage intéressant sur la dynamique de recolonisation des milieux par le chabot.



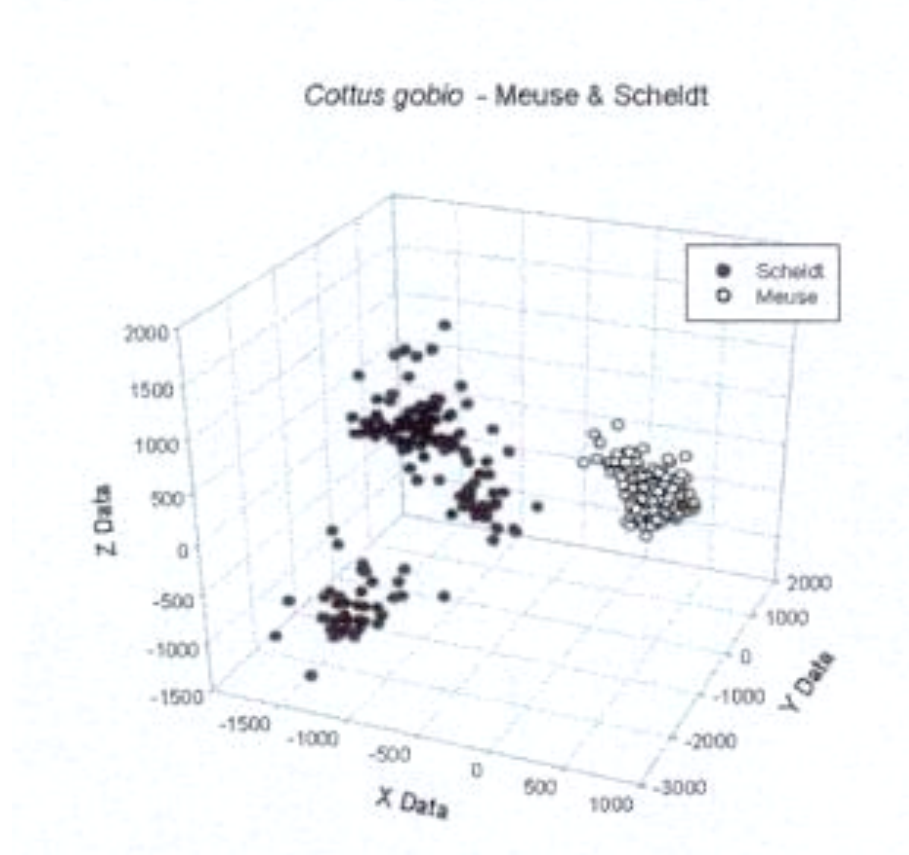
**Figure 4.** Illustration de la reconstitution d'une population de chabot dans la Berwinne à Dalhem en amont de la confluence du Bolland. Les recensements ont été effectués dans le même secteur en 1970, 1977, 1993, 2000, 2003 et 2006. La reconstitution d'une population de chabot fait suite à la réduction pendant les années 1990 de la pollution organique aigue (eaux usées d'abattoir) par le Bel à Val Dieu. La recolonisation s'est probablement faite à partir de chabots dévalés des deux petits affluents situés à l'amont, le Ruisseau de Mortier (+ 0,865 km) et surtout le Ruisseau d'Asse (+2,150 km) car le chabot n'est pratiquement pas présent en aval (source : Philippart et Ovidio, Rapport Fishguard, 2006).



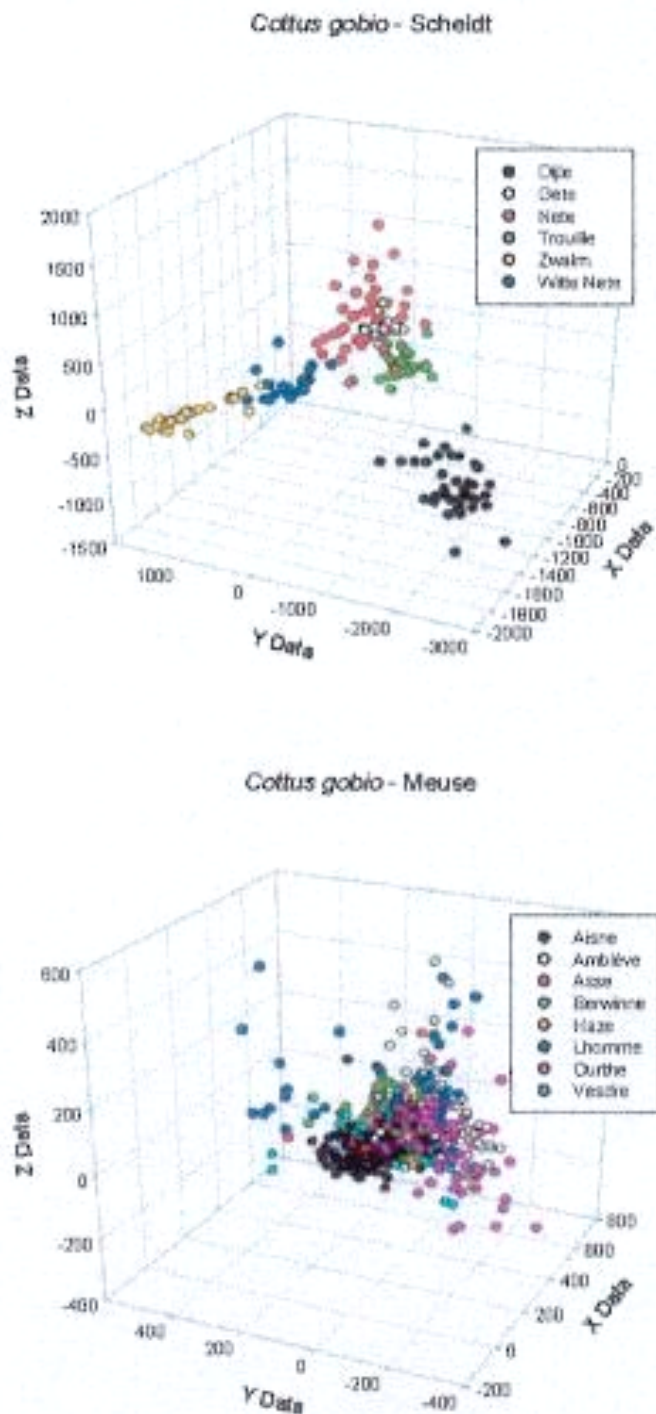
### VIII.3. Résultats génétiques

L'analyse génétique des populations du chabot en Wallonie a été réalisée par J. Van Houdt de la KUL. Les résultats ont été présentés en détail dans un rapport de recherche et synthétisés dans le rapport final général du projet Fishguard (De Boeck et al, 2006). Nous examinerons dans ce dossier les conclusions les plus significatives de cette étude, la première du genre réalisée sur le chabot.

Le premier constat important est que les populations du chabot dans les bassins de l'Escaut et de la Meuse sont génétiquement très fortement différenciées (fig. 3). Cette caractéristique reflète probablement le fait que les espèces sont différentes dans les deux bassins : *Cottus perifretum* dans le bassin de l'Escaut et *Cottus rhenanus* dans celui de la Meuse.



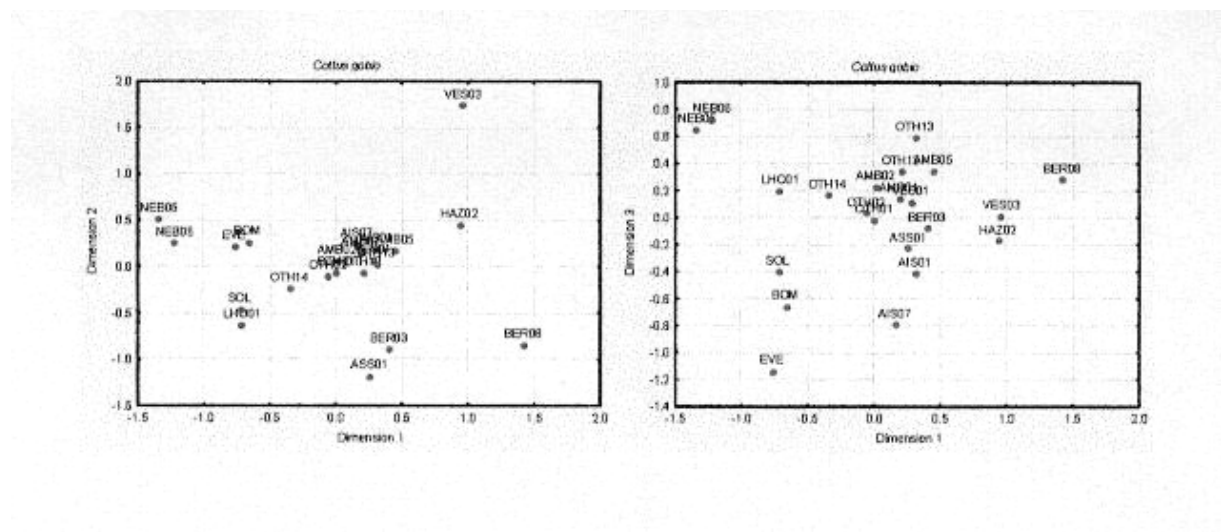
**Figure 3.** Représentation graphique par analyse factorielle des correspondances de la différenciation génétique globale (génotypes multilocus) des chabots des cours d'eau des bassins de la Meuse et de l'Escaut (source : J. Van Houdt, KUL, in De Boeck et al., 2006).



**Figure 4.** Représentation graphique par analyse factorielle des correspondances de la différenciation génétique (génotypes multilocus) des chabots dans les cours d'eau des bassins de la Meuse et de l'Escaut (source : J. Van Houdt, KUL, in De Boeck et al., 2006).

A l'intérieur du bassin de l'Escaut, on observe une forte différenciation génétique (Indice  $F_{st} = 0,22$ ) entre les populations des différents cours d'eau (fig. 4 ), ce qui concerne, par exemple, la Trouille (affluent de la Haine) dans la partie wallonne de ce bassin.

Dans le bassin de la Meuse (fig. 4), se marque aussi une différenciation génétique entre les rivières mais elle est globalement moindre (Indice  $F_{st} = 0,11$ ) que dans le bassin de l'Escaut.



**Figure 5.** Représentation graphique du degré de différenciation génétique des chabots entre les populations des divers cours d'eau et stations des bassins de la Meuse (source : J. Van Houdt, KUL, in De Boeck et al., 2006). La proximité des points correspondant aux stations de prélèvement traduit une faible différenciation génétique.

Pour ce qui concerne le bassin de la Meuse, l'analyse approfondie des nombreux échantillons récoltés a conduit à des résultats assez étonnants (fig .5). Dans l'ensemble, on constate logiquement une différenciation génétique significative entre les populations de petits cours d'eau éloignés les uns des autres et n'ayant aucune forme de connection entre eux : par ex. entre le Néblon, la Berwinne, l'Aisne et la Vesdre. En revanche, on n'observe aucune différenciation génétique significative entre toutes les stations de l'Amblève. Dans l'Ourthe, par ailleurs, on enregistre curieusement une différenciation génétique relativement faible entre les sous-populations réparties sur une longueur de près de 150 Km entre Ortho en amont du barrage de Nisramont et l'aval du barrage des Grosses Battes à Liège. Des situations comme dans l'Amblève et l'Ourthe reflètent l'existence de flux de gènes importants dans l'ensemble de la population très abondante, ce qui contribue à maintenir une certaine homogénéité génétique.

Deux stations de l'Ourthe ardennaise, Jupille (OTH 12) et Nisramont (OTH 13) ne s'inscrivent toutefois pas rigoureusement dans ce schéma et présentent des anomalies qui traduisent une différenciation génétique plus importante que dans les stations de l'amont et de l'aval. Une telle différenciation génétique locale du chabot peut résulter de deux facteurs : d'une part, une réduction de la taille de la population concernée et, d'autre part, une certaine isolation des populations voisines de l'aval et de l'amont associée à une réduction-suppression du flux de gènes apportés par les individus migrants en remontée ou en dévalaison.

Or, il se fait que l'Ourthe en aval du barrage de Nisramont (construit en 1960) a connu plusieurs épisodes de pollution chimique aigue résultant notamment de rejet accidentel de chlore par la station de traitement d'eau potable du barrage (Philippart, 2007). De tels événements ont pu causer une forte réduction démographique, élément favorable à une différenciation génétique suite à la perte de certains gènes allèles dans la population réduite.

Il se fait aussi que le lac-réservoir de Nisramont constitue probablement un piège pour les chabots dévalants et bloque tout apport à l'aval du barrage d'émigrants venant de l'amont. Dans le même temps, les apports d'émigrants venant de l'aval sont certainement très faibles vu la mobilité réduite apparente de l'espèce pour ce qui concerne les déplacements actifs de remontée. Donc, combiné à une diminution de la population en place (effet de goulet d'étranglement génétique associé à une perte de diversité allélique), l'arrêt du flux de gènes venant naturellement de l'amont a pu entraîner la reconstitution dans l'Ourthe en aval du barrage de Nisramont d'une population de chabots génétiquement moins diversifiée qu'antérieurement et se différenciant dès lors des populations de l'amont et de l'aval qui continuaient à bénéficier de flux de gènes normaux.

Dans ce cas-ci, on a affaire à une situation où la présence d'un obstacle physique infranchissable combinée à un lac-réservoir de grande dimension semble empêcher la reconstitution naturelle d'une diversité génétique initiale dans la rivière en aval du barrage.

#### VIII. 4. Conclusions et perspectives

Dans son volet consacré au chabot, l'étude Fishguard représente un apport original à la connaissance de la génétique des populations du chabot dans les rivières de Belgique en général et de Wallonie en particulier. L'existence de différenciations génétiques assez marquées entre les divers cours d'eau à l'intérieur des deux grands bassins hydrographiques fournit un fondement scientifique à des actions de gestion centrées sur les populations particulières à chaque cours d'eau. Il s'agit notamment de faire preuve de la plus grande prudence dans l'organisation d'opérations de repeuplement sous la forme de translocations de poissons d'une rivière à une autre.

L'étude génétique du chabot montre aussi que dans certaines circonstances (comme dans l'Ourthe en aval du barrage de Nisramont), la présence d'un obstacle physique majeur peut entraîner dans le cours d'eau situé en aval une altération de la structure génétique des populations dans le sens d'une plus grande différenciation locale qui contraste avec la relative homogénéité de l'ensemble du cours. L'importance d'un tel effet est conditionnée par deux facteurs principaux : l'abondance numérique des populations reproductrices locales concernées et l'intensité des flux de gènes associés aux mouvements des poissons vers l'amont et vers l'aval (dévalaison). C'est pourquoi, il est essentiel de mieux connaître ces différents aspects de l'écologie du chabot dans les différents types de cours d'eau de nos régions.

La connaissance de ces aspects de la biologie du chabot est aussi importante pour comprendre les mécanismes écologiques de recolonisation par l'espèce de cours d'eau ou tronçons de cours d'eau dépeuplés à cause de pollutions ou d'événements hydrologiques extrêmes (sécheresse). Dans un même ordre d'idée, il est utile de connaître quels types d'obstacles physiques sont franchissables ou non par la forme invasive de chabot qui correspond à l'hybride entre les deux espèces *Cottus perifretum* et *Cottus rhenanus* et qui pourrait exister dans la Meuse liégeoise.



## IX. CONCLUSIONS GENERALES. RECOMMANDATIONS PRATIQUES POUR LA GESTION DURABLE DE L'HABITAT PHYSIQUE ET HYDRAULIQUE DU CHABOT EN WALLONIE

---

Au stade actuel d'avancement des connaissances sur l'habitat hydraulique du chabot et de ses besoins en matière de libre circulation par rapport aux obstacles physiques, les quelques recommandations pratiques suivantes peuvent être formulées. Mais il est important de rappeler d'emblée que pour le chabot très polluosensible, la préservation-restauration de la qualité de l'eau chimique (notamment concentration en oxygène dissous car espèce oxyphile) et thermique (espèce d'eau froide ou cryophile) est la première mesure à prendre en priorité.

Par ailleurs, il faut insister sur le fait que les mesures prises en faveur de la libre circulation et de l'habitat hydraulique du chabot sont aussi potentiellement favorables à d'autres espèces de petite taille comme la truite commune et surtout la petite lamproie *Lampetra planeri*, espèce rhéophile patrimoniale Natura 2000, au même titre que le chabot.

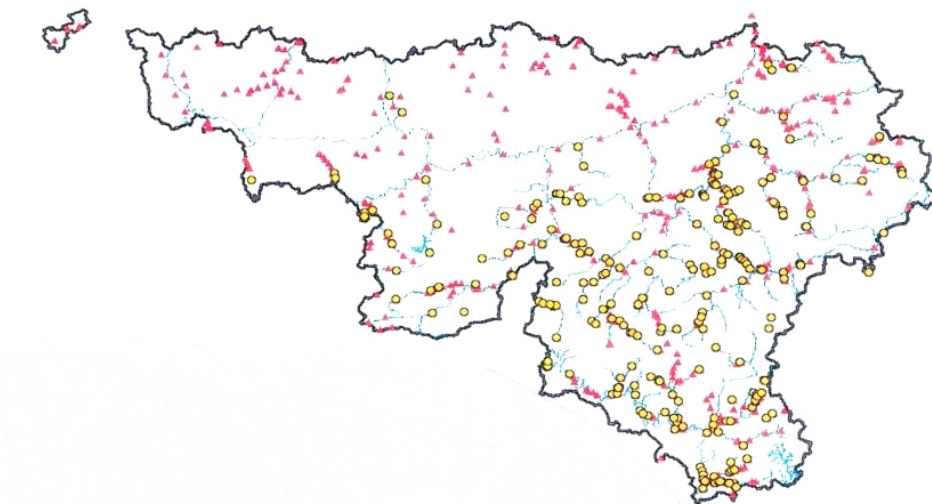
### **1. Tenir compte de l'existence probable de deux espèces de chabots en Wallonie à statuts démographiques contrastés**

Sur la base des dernières recherches scientifiques, il existerait en Wallonie deux espèces de chabots, *Cottus rhenanus* dans le bassin de la Meuse et *Cottus perifretum* dans le bassin de l'Escaut. De plus, les deux espèces semblent s'être hybridées il y a 200 ans pour former un hybride invasif qui pourrait exister dans la Meuse.

Compte tenu du statut Natura 2000 du chabot, il est important de savoir à quelle espèce ou forme hybride éventuelle on a affaire dans un cours d'eau donné, sachant que ces différents poissons n'ont probablement pas les mêmes exigences écologiques, les mêmes sensibilités aux altérations anthropiques du milieu et les mêmes capacités de recolonisation naturelle des milieux dépeuplés. En tout cas, les deux espèces devraient être caractérisées par des abondances démographiques très contrastées (fig. 1) : large répartition géographique et grande abondance pour *Cottus*

*rhenanus* dans les bassins de la Meuse et du Rhin, répartition géographique très restreinte et faible abondance démographique pour *Cottus perifretum* dans le bassin de l'Escaut .

Dans l'état actuel des connaissances, peu d'informations sont disponibles sur ces questions d'écologie comparée des deux espèces de chabots en Wallonie et il s'impose de les collecter au plus vite et de les mettre à la disposition des gestionnaires concernés.



**Figure 1.** Répartition du chabot en Wallonie d'après des données récentes de la Banque de Données Poissons rassemblées par le CRNFB-DGRNE-MRW. Triangles rouges = échantillonnés sans capture (dans De Wolf, 2004). L'espèce *Cottus perifretum* serait présente dans quelques cours d'eau de la partie wallonne du bassin de l'Escaut particulièrement dans les bassins de la Dyle (Train et Thyle, Cala, affluents de l'Orne ; Balzat, 2003), de la Dendre (Hunelle affluent de la Dendre orientale) et de la Haine (Trouille, Petite Honnelle). Les données sont incomplètes pour la Méhaigne.

## **2. Préserver et restaurer les possibilités de libre circulation des chabots en remontée**

### **2.1. La mobilité du chabot par rapport aux obstacles physiques**

Notre étude a clairement démontré que, même si on ne peut pas le qualifier de « migrateur » au même titre que la truite, l'ombre ou le barbeau, le chabot est une espèce qui montre une aptitude et un besoin à se déplacer dans son milieu sur des distances pouvant atteindre 300-400 m en ruisseau, soit l'équivalent de 2-3000

longueurs corporelles. Le chabot ne doit plus être considéré comme une espèce inféodée à un ou deux gros blocs dans un secteur restreint de rivière de dimension très limitée.

Comme la plupart des autres poissons de nos cours d'eau (Ovidio & Philippart, 2002, Ovidio et al., 2007), le chabot se retrouve aussi confronté à des obstacles physiques susceptibles de perturber la bonne expression de sa mobilité et le bon déroulement de son cycle vital. Dans l'approche de ce problème, il est indispensable de proposer des recommandations adaptées au type et à l'importance des cours d'eau.

## 2.2. Recommandations pour les petits cours d'eau et les ruisseaux

### (a) Franchissabilité/non franchissabilité des petits obstacles

Dans de petits cours d'eau salmonicoles comme le Ry de Falogne, le Fonds d'Oxhe ou le Ri de Mosbeux, le chabot est capable de franchir de petits seuils (30-40cm) naturels ou artificiels de configuration assez variables, de préférence en pente faible (jusqu'à 22 % sur substrat rugueux avec blocs) ou en enrochements. De tels obstacles sont illustrés par les photos a-d de la Planche I.

Mais, le moindre seuil vertical ou subvertical et homogène en largeur qui ne peut être franchi que par saut se révèle infranchissable si sa hauteur dépasse les 20-25 cm (photos e-g de la Planche I), ce qui corrobore les résultats obtenus par Utzinger et al. (1998). Ce type de petit obstacle est largement répandu dans les bassins hydrographiques sous de multiples formes : petits barrages-seuils de stabilisation du lit, barrages de pêcheurs, radiers des passages sous voies de communication de différentes importances, petits barrages d'alimentation d'étangs, etc. (voir Planche II). Grâce à l'enquête DCENN –FSPVA, on dispose d'une cartographie, de photographies et de descriptions sommaires de beaucoup de ces obstacles.

En pratique, cela ne signifie pas qu'il faut impérativement aménager ou détruire l'ensemble de ces petits seuils verticaux dans les cours d'eau où le chabot est présent. En revanche, des aménagements réfléchis à des endroits stratégiques pourraient certainement avoir un impact positif sur les populations dans certains

ruisseaux. Dans ce même ordre, d'idée il faut aussi veiller à ne pas créer de nouveaux obstacles (notamment des petits étangs en travers) pour le chabot dans de tels cours d'eau, ce qui nécessite de développer et d'appliquer des techniques de construction adaptées. Les ruisseaux concernés peuvent se ranger dans plusieurs catégories que nous allons examiner.



#### PLANCHE I.

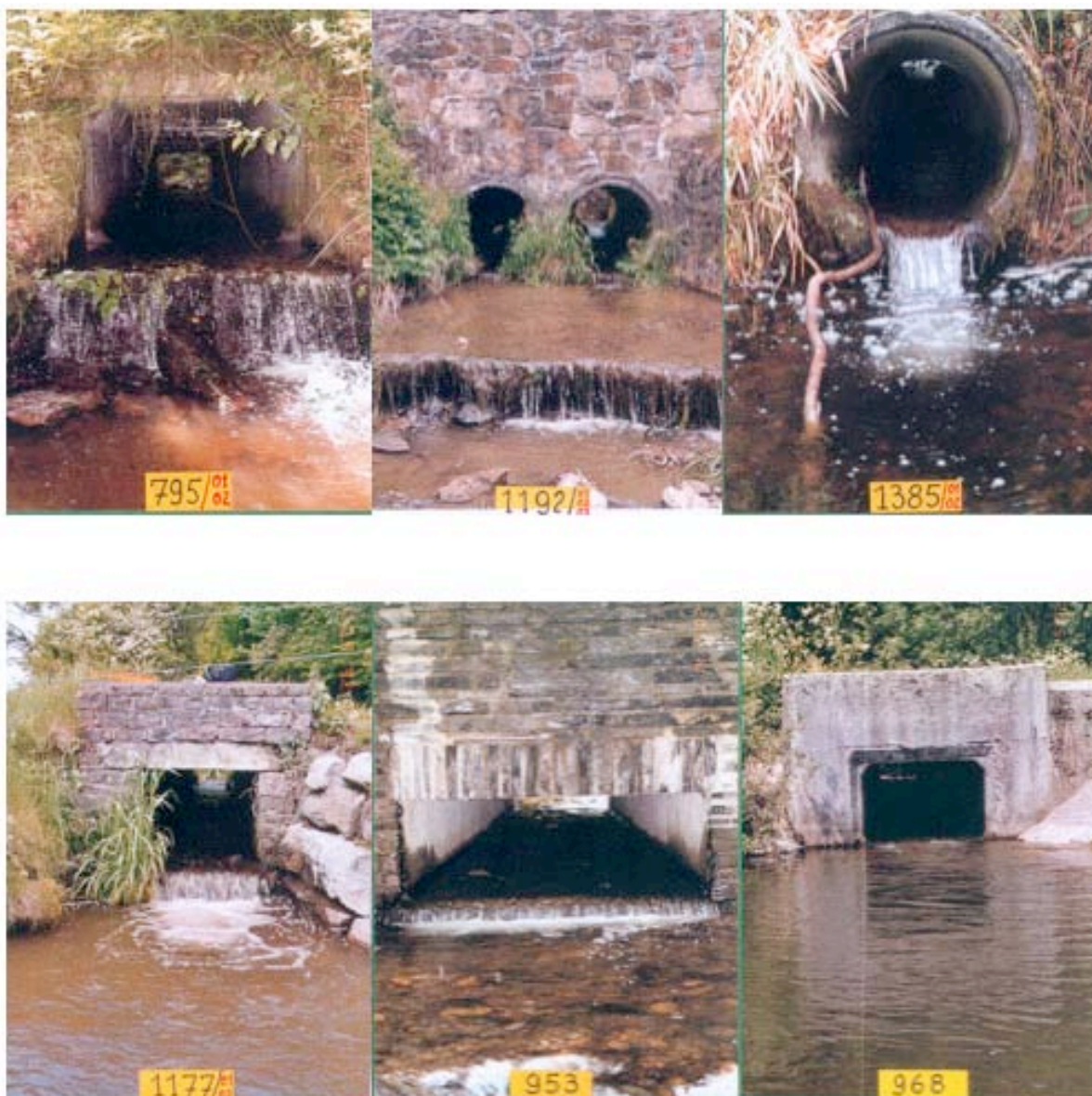
Petits obstacles considérés comme franchissables (quatre au-dessus, points verts) et infranchissables (trois en dessous, points rouges) par le chabot sur la base de la présente étude.





**PLANCHE II.** Exemples de passages sous voiries qui représentent des obstacles potentiels aux mouvements de remontée du chabot (source : enquête MRW/FSPVA). Au-dessus : Lhomme. En-dessous : Wayai (affluent de la Hoegne).





**PLANCHE II (suite).** Exemples de passages sous petites voiries qui représentent des obstacles potentiels aux mouvements de remontée du chabot (source : enquête MRW/FSPVA). Degré (apparent) de difficulté de franchissement croissant du bas à droite vers le haut à gauche.

## (b) Types de petits cours d'eau concernés

En priorité, il faut considérer les ruisseaux naturels de grande valeur patrimoniale situés dans une réserve naturelle ou dans un périmètre d'habitat aquatique Natura 2000, d'autant plus qu'il a été désigné pour la présence du chabot. Cela concerne un grand nombre de petits cours d'eau, surtout en têtes de bassins, dans les bassins de la Meuse et du Rhin. Comme modèles de telles actions, on évoquera le projet Life-Nature «Lebendige Bäche in der Eifel- Ruisseaux vivants de l'Eifel» mené sur des cours d'eau de l'Eifel allemand qui prennent naissance en Belgique comme la Roer-Rur et la Schwalm (Perlenbach) ([http://www.life-baeche.de/start\\_frames.html?http://www.life-baeche.de/massnahmen.html](http://www.life-baeche.de/start_frames.html?http://www.life-baeche.de/massnahmen.html)) et celui mené dans le Morvan en France sur le thème 'Ruisseaux de têtes de bassins et faune patrimoniale associée» (<http://www.liferuisseaux.org/actualites.htm#43>). Ces programmes visent notamment des poissons comme la truite commune, le chabot ou la petite lamproie.

En grande priorité, il faut aussi envisager des mesures dans les ruisseaux qui abritent encore une population de chabot dans le bassin de l'Escaut où l'espèce a connu une très forte régression démographique. Tous les efforts doivent être mis oeuvre pour préserver et/ou rétablir les possibilités de migration de remontée du chabot, afin de permettre une recolonisation progressive, de proche en proche, de tronçons de cours d'eau épurés sur l'axe principal et ses affluents. On peut en effet supposer que dans ces rares cours d'eau du bassin de l'Escaut (bassin de la Dyle, Honnelle, Trouille, Dendre orientale) où le chabot subsiste, les possibilités de recolonisation par dévalaison de sujets venant de l'amont sont beaucoup plus limitées que dans le bassin de la Meuse.

En dehors des milieux de grandes valeurs écologiques évoqués précédemment, il faut accorder une attention particulière à trois types de ruisseaux à chabots :

- ceux qui sont soumis à des risques de pollution par des produits chimiques divers (micro-activités industrielles, transports routiers susceptibles d'être accidentés, engrais et pesticides agricoles et autres) et dans lesquels il faut veiller à maintenir des

conditions d'habitat physique qui favorisent la libre remontée des chabots pour permettre la recolonisation naturelle par remontée après les épisodes de pollution.

- les ruisseaux, spécialement ceux de 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> catégorie, qui sont soumis à des aménagements pour stabiliser le lit contre une érosion trop violente ou pour accélérer l'écoulement afin de lutter contre les inondations. Des aménagements de ce type, franchissables par les chabots, sont illustrés par la photo a de la Planche I.

- les ruisseaux et tronçons de ruisseaux qui font l'objet de mesures de réhabilitation écologique portant sur l'habitat physique géomorphologique et hydraulique.

(c) Aperçu des techniques pour permettre les déplacements de remontée des chabots dans les petits cours d'eau

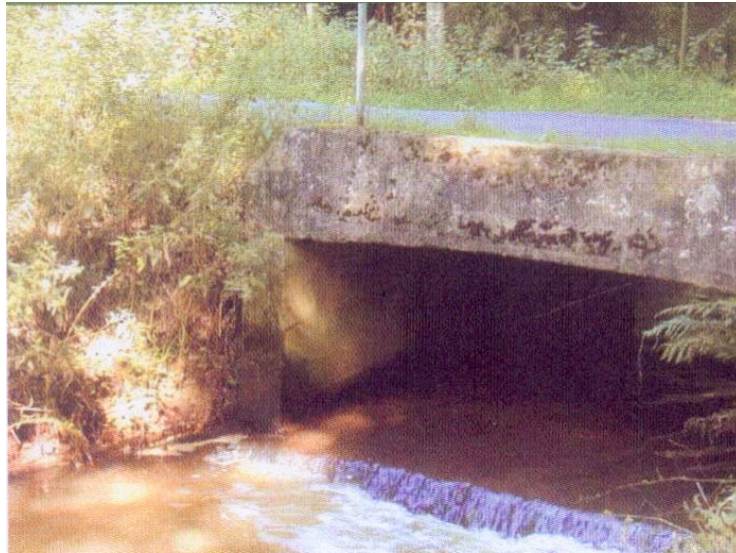
Toute chute verticale de plus de 20-25 cm étant considérée comme infranchissable en remontée par le chabot, on évitera tout aménagement nouveau de ce type sans prévoir des ajustements structurels favorables à la mobilité du poisson, lesquels doivent aussi être envisagés pour améliorer des ouvrages anciens. Parmi ces techniques, il faut citer les suivantes.

- \* Conception et façonnage de l'ouvrage (par exemple, un radier d'un passage sous route) de manière à éviter une chute verticale, soit en plaçant le radier en béton en-dessous du niveau normal de l'eau, soit en remplaçant une chute verticale au niveau du seuil aval d'un radier par un petit plan incliné ou, mieux, en plaçant un enrochement à sa base pour assurer une continuité hydraulique entre l'aval et l'amont du cours d'eau. Selon la largeur du ruisseau, l'aménagement peut couvrir toute la largeur du lit ou une partie. Mais dans ce type d'aménagement, il est essentiel de prévoir une bonne stabilisation des enrochements qui doivent résister à l'effet des crues. Les photos de la Planche III donnent un exemple de remplacement du seuil associé au radier d'un passage sous voirie par une rampe-radier stabilisée par des enrochements.

- \* Remplacement d'une chute trop haute par plusieurs petites chutes ou petites rampes avec enrochements dont la succession forme une sorte de rapide ou de cascade avec un écoulement turbulent. Cet aménagement se rapproche de la rampe



à poissons' souvent préconisée en Allemagne en raison de sa vocation à permettre la remontée de tous les poissons, y compris les espèces rhéophiles de petite taille, et les macroinvertébrés (écrevisses). Selon la largeur du ruisseau, l'aménagement peut couvrir toute la largeur du lit ou une partie. Ici aussi, il est essentiel de prévoir une bonne stabilisation des structures pour rendre l'aménagement écologique durable.



**PLANCHE III.** Exemple de remplacement du seuil associé au radier d'un passage sous voirie par une rampe stabilisée par des enrochements. Cas du Deltfe Beek aux Pays-Bas (Kroes M.J & S. Monden, 2005).

\* Pour les passages sous petites et moyennes voiries, prévoir la construction de ponceaux selon les règles de l'art pour permettre la remontée aisée des poissons (voir Annexe 4 pour le Québec et Annexe 5 pour les USA) au lieu de réaliser des ouvrages (de type buses) qui génèrent des écoulements perchés. Cette technique des ponceaux est illustrée par les photos de la Planche IV qui concernent le rétablissement de la libre circulation des poissons de petite taille dans les cours d'eau de l'Eiffel allemand dans le cadre de l'actuel Projet LIFE-Nature 'Lebendige Bäche in der Eiffel'.



**PLANCHE IV.** Exemple de remplacement d'une buse par un ponceau pour permettre la libre circulation des poissons de petite taille (chabot, petite lamproie) dans les ruisseaux de l'Eiffel allemand (Projet LIFE-Nature Lebendige Bäche in der Eiffel) près de la frontière belge.



\* Envisager l'effacement des obstacles partout où cela est possible. Parmi les cibles principales de ce type d'intervention, il faut signaler les anciens étangs établis en travers des ruisseaux de grande valeur patrimoniale. Une intervention de ce type est illustrée par les opérations relatées dans un projet LIFE-Nature mené sur les têtes de ruisseaux dans le Morvan en France (Annexe 6) (voir site : <http://www.liferuisseaux.org/actualites.htm#43>)). En supprimant de la sorte un étang en travers d'un ruisseau, on réalise trois améliorations : on rétablit la continuité piscicole, on réduit le réchauffement artificiel de l'eau due à sa stagnation dans un plan d'eau et on supprime les risques associés au rejet de matière minérales en aval lors des vidanges des étangs. De telles interventions bénéficient aux espèces animales d'eau froide et qui ont besoin d'un substrat propre, non colmaté par des fins sédiments, pour se reproduire, ce qui est le cas de la truite commune, du chabot et de la petite lamproie.

### 2.3. Recommandations pour les petites et moyennes rivières

Dans les cours d'eau d'une certaine importance, les obstacles qui fragmentent le cours sont généralement d'une structure et d'une dimension telles que les chabots (et la plupart des autres espèces de petite taille) sont incapables de les franchir dans toutes les circonstances. Dans de tels cours d'eau, les tronçons entre obstacles successifs sont souvent largement supérieurs au domaine vital des chabots et les populations sont souvent numériquement très abondantes. D'après les études par Van Houdt évoquées au chapitre VIII, les risques d'altération génétique des populations sont dès lors beaucoup plus faibles que dans les ruisseaux qui abritent des populations plus réduites. De plus, les possibilités de dévalaison des chabots sont plus importantes du fait de la présence de grandes populations en amont.

Dans ce type de cours d'eau, la libre circulation des poissons est généralement restaurée en faveur des salmonidés, des cyprinidés rhéophiles et de l'anguille au moyen d'échelles à poissons à bassins (Méhaigne , Berwinne), de rampes enrochées (Eau d'Heure, affluent de l'Ourthe) et de rivières de contournement (Méhaigne à Huccorgne). On dispose de quelques informations sur la capture de chabots dans les échelles à bassins de la Méhaigne, de l'Aisne et de la Berwinne, mais il est impossible de dire si les poissons sont parvenus dans les ouvrage en remontée ou en dévalaison.

Dans ce contexte, il serait utile d'améliorer nos connaissances sur les capacités des chabots à utiliser les échelles à poissons existantes dans des cours d'eau de plus grandes dimensions (l'Aisne, l'Ourthe, l'Amblève par exemple). La nouvelle échelle de Lorcé sur l'Amblève constitue un bon modèle puisqu'elle est équipée de bassins dans lesquels un substrat de fond a été déposé (photo 1). Elle est donc susceptible d'être utilisée par des petites espèces benthiques comme le chabot mais aussi la petite lamproie. Des suivis scientifiques dans ce sens vont être entrepris.



**Photo 1** : bassins de l'échelle à poissons de Lorcé sur l'Amblève équipés d'un substrat de fond

Dans le prolongement de cette étude sur l'Amblève à Lorcé, il sera aussi utile de vérifier le franchissement par le chabot de rampes enrochées à faible pente souvent préconisées en Allemagne en raison de leur plurifonctionnalité au point de vue des espèces.

### **3. Préservation et aménagement des caractéristiques hydromorphologiques de l'habitat physique du lit**

#### **3.1. Importance d'un lit offrant beaucoup de possibilités d'abris hydrauliques**

Pour ce qui concerne l'utilisation de l'habitat, notre étude confirme que le chabot a besoin d'un substrat hétérogène pour fournir des sites de reproduction et pour accueillir toutes les classes de tailles de sa population. Les exigences précises du chabot pour le microhabitat ont été bien caractérisées dans la Voer, affluent de la Meuse à Eijsden, par une équipe de l'Université d'Antwerpen (Van Liefferinge et al., 2005 (voir Annexe 7)). Il est évident que l'endiguement et la chenalisation des cours d'eau et l'uniformisation des lits sont donc très néfastes puisqu'il réduisent fortement la diversité de l'habitat morphohydraulique dont le chabot a besoin.

En Suisse (OFEPS 2004), des études ont montré que les cours d'eau qui ont bénéficié d'une renaturation (revitalisation des cours d'eau endigués par exemple) ont retrouvé une dynamique naturelle en créant une diversité de milieux bénéfiques aux différentes espèces de poissons, dont le chabot.

En Flandre, Knaepkens et al. (2002) ont montré que dans les cours d'eau pauvres en habitat caillouteux, les chabots se retrouvent souvent dans des endroits où des gros blocs subsistent de manière artificielle (près d'anciens ponts routiers en pierres par exemple). Ils suggèrent que des apports en blocs pourraient être bénéfiques par accroître la surface d'habitat disponible.

#### **3.2. Problème du colmatage des fonds**

Le chabot, qui utilise les interstices dans les graviers et les espaces sous les pierres, est également très sensible à la sédimentation et au colmatage. Ces phénomènes affectent également la microfaune benthique dont il se nourrit (OFEPS 2004). Le recalibrage des cours d'eau, la construction d'ouvrages qui retiennent la charge solide contribuent donc à augmenter le dépôt de sédiments fins et à colmater le substrat, ce qui réduit d'autant son espace vital (OFEPS 2004),.

On peut s'attendre à des phénomènes semblables dans des secteurs de cours d'eau à débits réservés ou le manque d'eau est à la base des mêmes phénomènes de sédimentation. Des taux élevés de matières en suspension peuvent également constituer une nuisance considérable pour la faune piscicole et le chabot en particulier. Les éclusées des centrales hydroélectriques peuvent induire des taux élevés de matières en suspension et empêcher la reproduction du chabot.

## X. REMERCIEMENTS

---

Les recherches évoquées dans le présent rapport ont été réalisées par DR Michaël OVIDIO (ULg) et DR Jean-Claude PHILIPPART (FNRS, ULg), avec la collaboration d'Aurélie DETAILLE (étudiante biologiste ULg 2005-2006), Charlotte BONTINCK (étudiante biologiste ULg 2006-2007), Yvan NEUS (ULg) et Gilles RIMBAUD (ULg). Pour la réalisation des études sur la dévalaison du chabot dans le Ri de Mosbeux, l'équipe du LDPH/ULg a bénéficié de l'appui en sous-traitance de l'équipe de la Fédération des Sociétés de Pêche de la Vesdre et de l'Amblève (A. DIZIER, V. PREVOT et F. . HOUBART-LEGRAIN) ainsi que d'un cofinancement par la Commission provinciale de Liège du Fonds piscicole.

Nous tenons à remercier collectivement toutes les personnes et institutions qui ont accordé leur appui à la réalisation des études décrites dans ce rapport. Nous remercions spécialement M. C. DELBEUCK, Directeur Général des Ressources Naturelles et de l'Environnement du Ministère de la Région wallonne qui a accordé le contrat d'études à L'ULg. Ce programme d'études spécialisées faisant appel aux compétences spécifiques du LDPH-ULg, a été porté par la Direction des Cours d'Eau Non Navigables représentée par M. F. LAMBOT, Directeur, ainsi que par ses collaborateurs, spécialement M. P. ORBAN (Attaché). Nous exprimons nos plus vifs remerciements à tous les membres de cette équipe de la DCENN ainsi qu'aux membres du Comité d'accompagnement pour le suivi et l'évaluation des travaux.

Nous souhaitons également à remercier M. B. WANZOUL (Ingénieur Chef de Cantonement de Liège) de la Division Nature et des Forêts pour l'autorisation d'accès accordée à l'ULg de travailler intensivement dans le sous-bassin du Ruisseau du Fond d'Oxhe qui est classé Natura 2000. Merci aussi à J. PETERS (Agent DNF) qui nous a guidé pour le choix des sites et qui a veillé au bon déroulement de l'étude.

Les pêches à l'électricité ont été réalisées en collaboration avec des collègues du Service de Biologie du Comportement de l'ULg (B. NZAU MATONDO), de la FERN asbl (A.M. MASSIN), des étudiants biologistes ULG 2005-2006 (L. JONLET, M. DARIMONT) et de l'équipe technique de la Fédération des Sociétés de Pêche IVesdre-Amblève (A. DIZIER, V. PREVOST).



## XI. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES CITEES

---

- Andreasson, S. (1971). Feeding habits of a sculpin (*Cottus gobio* L. Pisces) population. Report of the Institute of Freshwater Research Drottningholm, 51: 5–30.
- Bruyndoncx L., Knaepkens G., Meeus W., Bervoets L. & Eens M. 2002. The evaluation of passive integrated transponder (PIT) tags and visible implant elastomer (VIE) marks as new marking techniques for the bullhead. *Journal of Fish Biology* 60: 260-262.
- De Boeck, G., Ph. Baret, C. Belpaire, R. Blust, D. Buysse, J. Coeck, I. Cornille, C. Geeraerts, F. Mostaert, M. Ovidio, J.C. Philippart, J. Raeymakers, J. Tigel-Pourtois, C. Tudorache, J. Van Houdt, H. Verbiest, H. Vereecken, P. Viane & F. Volckaert, 2006. Impact assessment and remediation of anthropogenic interventions on fish populations (Fishguard). Rapport final au SSTC-Ministère fédéral de la Politique scientifique, 83 pages (septembre 2006).
- De Wolf, P., 2004. Natura 2000 et la gestion des milieux et des espèces aquatiques en Région wallonne, pp. 26-30. In Actes du Colloque GIPPA 'La Gestion piscicole, Natura 2000 et la Directive Cadre sur l'Eau', Château de Colonster, Liège, 17 février 2004, 115 pages.
- Downhower J.F., Lejeune P., Gaudin P. & Brown L. 1990. Movements of the Chabot (*Cottus gobio*) in a small stream. *Polskie Archiwum Hydrobiologii* 37: 119-126.
- Lamouroux, N., H. Capra, M. Pouilly & Y. Souchon, 1999. Fish habitat preferences in large streams of southern France. *Freshwater Biology* 42: 673-687. doi:10.1046/j.1365-2427.1999.00521.x
- Elliott, J.M. & Elliott, J.A., 1995. The critical thermal limits for the bulhead, *Cottus gobio*, from three populations in north-west England. *Freshwater Biology* 33: 411-418.
- Englebrecht C.C., Freyhof J., Nolte A., Rassmann K., Schliewen U., Tautz D. 2000. Phylogeography of the Bullhead *Cottus gobio* (Pisces: Teleostei: Cottidae) suggests a prePleistocene Origin of the major Central European Population. *Molecular Ecology*. 9: 709-722.
- Fischer S. & Kummer H. 2000. Effects of residual flow and habitat fragmentation on distribution and movement of bullhead (*Cottus gobio* L.) in an alpine stream. *Hydrobiologia* 422/423: 305-317.
- Freyhof J., Kottelat M. & Nolte A. 2005. Taxonomic diversity of European *Cottus* with description of eight new species (Teleostei : Cottidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 16: 107-172.

- Gowan C., Young M.K., Fausch K.D. & Riley S.C. 1994. Restricted movement in resident stream salmonids : a paradigm lost? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 51: 2626-2637.
- Huet M. 1949. Aperçu de la relation entre la pente et les populations piscicoles des eaux courantes. *Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie* 11: 332-351.
- Jepsen, N., A. Koed, E. B. Thorstad & E. Baras (2002). Surgical implantation of telemetry transmitters in fish: how much have we learned. *Hydrobiologia* 483: 239-248.
- Knaepkens G., Baekelandt K. & Eens M. 2005. Assessment of the movement behaviour of the bullhead (*Cottus gobio*), an endangered European freshwater fish. *Animal Biology* 55 : 219-226.
- Knaepkens G., Baekelandt K. & Eens M. 2005b. Fish pass effectiveness for bullhead (*Cottus gobio*), perch (*Perca fluviatilis*) and roach (*Rutilus rutilus*) in a regulated lowland river. *Ecology of Freshwater Fish* 1-10.
- Kroes, M.J. & S. Monden, 2005. Vismigratie. Een Handboek voor herstel in Vlaanderen en Nederland. OVB (Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij) & Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap AMINAL Adeling Water, 205 pages.
- Knaepkens G., Bruyndoncx L. & Eens M. 2004. Assessment of residency and movement of the bullhead (*Cottus gobio*) in two Flemish rivers. *Ecology of Freshwater Fish* 13 : 317-322.
- Knaepkens G., Bervoets L., Verheyen E. & Eens M. 2004. Relationship between population size and genetic diversity in endangered populations of the European bullhead (*Cottus gobio*): implications for conservation. *Biological Conservation* 115: 403-410.
- Knaepkens, G., L. Bruyndoncks, L. Bervoets & M. Eens, 2002. The presence of artificial stones predict the occurrence of the European bulhead (*Cottus gobio*) in a regulated lowland river in Flanders, Belgium. *Ecology of Freshwater Fish*, 11 :203-206.
- Lelek A. 1987. The Freshwater Fishes of Europe. Threatened Fishes of Europe. Wiesbaden : Aula-Verlag.
- Mills C.A. & Mann R.H.K. 1983. The bullhead *Cottus gobio*, a versatile and successful fish. *Annual Reports of the Freshwater Biological Association* 51: 76-88.
- Natsumeda, T. 2007. Estimates of nocturnal home-range size of the adult Japanese fluvial sculpin, *Cottus pollux* (Pisces: Cottidae) in relation to bottom topography and sampling intervals. *Journal of Ethology* 25: 87-93.
- Ovidio, M. 1999. Cycle annuel d'activité de la truite commune (*Salmo trutta* L.) adulte: étude par radio-pistage dans un cours d'eau de l'ardenne belge. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 352: 1-18.

- Ovidio, M., Capra, H. & Philippart, J.C. 2007. Field protocol for assessing small obstacles to migration of brown trout *Salmo trutta*, and European grayling *Thymallus thymallus*: a contribution to the management of free movement in rivers. *Fisheries Management and Ecology* 14: 41-50.
- Ovidio, M. & Philippart, J.C., 2002. The impact of small physical obstacles on upstream movements of six species of fish. Synthesis of a five years telemetry study in the River Meuse Basin *Hydrobiologia*, 483 : 55-69.
- Ovidio, M., Parkinson, D., Sonny, D. & Philippart, J.C. 2004. Spawning movements of the European grayling *Thymallus thymallus* in the River Aisne. *Folia Zoologica* 53: 87-98.
- OFEFP (2004). Biologie, menaces et protection du Chabot (*Cottus gobio*) en Suisse. Informations concernant la pêche, n°77. Publié par l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage OFEFP, 75pp.
- Philippart, J.C. , 2007. L'érosion de la biodiversité : les poissons. Dossier scientifique réalisé dans le cadre de l'élaboration du Rapport analytique 2006 sur l'Etat de l'Environnement wallon, 306 pages (août 2007). Site internet : [http://environnement.wallonie.be/eww/rapportproblematique.aspx?id=FFH\\_11](http://environnement.wallonie.be/eww/rapportproblematique.aspx?id=FFH_11)
- Philippart, J.C. , 2003a. Evolution de 1970 à 2003 de la faune des poissons dans la Vesdre en cours d'épuration. Eléments pour un plan de restauration écologique et piscicole globale du bassin. Rapport d'études au Fonds piscicole de Wallonie. Université de Liège, Laboratoire de Démographie des Poissons et d'Hydroécologie, 52 pages + annexes (décembre 2003).
- Philippart, J. C. et M. Vranken, 1983a. Protégeons nos poissons. Collection 'Animaux menacés en Wallonie' Duculot (Paris-Gembloux) et Région wallonne (Namur), 206 pages.
- Philippart, J. C. et M. Vranken, 1983 b. Atlas des Poissons de Wallonie. Distribution, écologie, éthologie, pêche, conservation. *Cahiers d'Ethologie appliquée*, 3 (supplément 1-2): 395 pages.
- Philippart J.C., V. Raemakers, D. Sonny, 2003. Impact mécanique des prises d'eau et turbines sur les poissons en Meuse liégeoise. Comptes-rendus du colloque Hydroécologie, Liège octobre 2002, Tribune de l'eau, N° 5-6, Vol. 55 - N° 619-620 ; Vol. 56 - N° 621: 98-110.
- Philippart, J.C. et coll. (M. Mottet, Y. Neus, M. Ovidio,, G. Rimbaud, D. Sonny), 2007. Evaluation d'un dispositif simple pour permettre la dévalaison des poissons salmonidés migrateurs au niveau de la centrale hydroélectrique Mérytherme sur l'Ourthe à Tilff. Rapport de recherche du Laboratoire de Démographie des Poissons et d'Hydroécologie, Université de Liège, 63 pages + annexes (septembre 2007).
- Philippart, J.C. et coll., 2005. Eléments du suivi scientifique de la restauration écologique et piscicole de la Vesdre en 2004-2005. Rapport d'études à la Commission provinciale de Liège du Fonds piscicole de Wallonie (CPLFPW). Laboratoire de Démographie des Poissons et d'Hydroécologie (LDPH) de l'Université de Liège, 69 pages + annexes (décembre 2005).

- Prenda J., Armitage P.D. & Graystone, A. 1997. Habitat use by the fish assemblages of two chalk streams. *Journal of Fish Biology* 51: 64-79.
- Smyly W.J.P. 1957. The life-history of the bullhead or Miller's thumb (*Cottus gobio* L.). *Proceedings of the Zoological Society of London* 128: 431-453.
- Sonny, D., 2006. Etude des profils de dévalaison des poissons dans la Meuse moyenne belge. Thèse de Doctorat en Sciences (Biologie), Université de Liège, 288 pages (mars 2006). *Sous presse dans Cahiers d'Ethologie*.
- Todd Petty, J. & Grossman, G.D., 2004. Restricted movements by mottled sculpin (pisces: cottidae) in a southern Appalachian stream. *Freshwater Biology* 49: 631-645.
- Utzinger, J., Roth, C. & Peter, A. (1998). Effects of environmental parameters on the distribution of bullhead *Cottus gobio* with particular consideration of the effects of obstructions. *Journal of Applied Ecology* 35 : 882-892.
- Vanden Bossche, J.P., 2005. Evolution de la qualité biologique des cours d'eau de Wallonie de 1990 à 2002. Carte, poster. Centre de Recherche de la Nature, des Forêts et du Bois, DGRNE-MRW, B-5030 Gembloux
- Vandelannoote, A., Yseboodt, R., Bruylants, B., Verheyen, R., Coeck, J., Maes, J., Belpaire, C., Van Thuyne, G., Denayer, B., Beyens, J., De Charleroy, D. & Vandenabeele, P. (1998). Atlas van de Vlaamse Beek- en riviervissen. Wijnegem: Water-Energik-vLario (WEL).
- Van Liefferinge, C, P. Seews, P. Meire & R.F. Verheyen, 2005. Microhabitat use and preferences of the endangered *Cottus gobio* in the River Voer, Belgium. *Journal of Fish Biology* , 67 :897-909.

## **XII. ANNEXES**

---

XII.1. Fiche 'Chabot' de l'étude par Philippart et Vranken, 1983 a,b

XII.2. Annonce du Workshop 'Chabot' le 13 décembre 2007 aux Pays-Bas

XII.3. Caractéristiques du Ruisseau d'Oxhe et du Ruisseau de Falogne

XII.4. Aménagement des ponceaux. Document Ministère Agriculture, Alimentation et Pêche du Québec.

XII.5. Bases US pour la conception de ponceaux permettant le passage des poissons à faibles capacités de nage.

XII.6. Exemples d'actions pour limiter l'impact des étangs sur les ruisseaux dans le cadre du programme LIFE-Nature France ' Ruisseaux de têtes de bassins et faune patrimoniale associée'

XII. 7. Etude par Van Liefferinge et al. (2005) sur le microhabitat du chabot dans la Voer, petit affluent direct de la Meuse en Région flamande.